

# MEMORIAS Y RESÚMENES

# 48° CONGRESO SOCOLEN



1, 2 y 3 de Septiembre de 2021

*Virtual*

*"La entomología como ruta para enfrentar los próximos desafíos globales"*



Sociedad Colombiana de Entomología  
SOCOLEN

Con el patrocinio de:



Con el apoyo de:



# MEMORIAS CONGRESO

## SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA



**Congreso virtual**



**Sociedad Colombiana de  
Entomología  
SOCOLEN**

**1, 2, y 3 de septiembre de 2021**

**Ibagué, Tolima, Colombia**

**Compiladores:**

Emmanuel José Quintero-Rivera  
Camilo Ignacio Jaramillo-Barrios

**Diseño de portada:**

Diana Maritza Basto Diaz  
Nataly Cristina Amarillo Cantor

**Editores:**

Emmanuel José Quintero-Rivera  
Camilo Ignacio Jaramillo-Barrios

**Diagramación:**

Diana Maritza Basto Diaz  
Nataly Cristina Amarillo Cantor

© Sociedad Colombiana de Entomología, 2021

<http://www.socolen.org.co>

ISSN: 2619-2284 (en línea)

Citación sugerida:

Quintero-Rivera, E. J.; Jaramillo-Barrios, C. I. (Comp.). 2021. Memorias Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. 48 Congreso SOCOLEN. Sociedad Colombiana de Entomología. 1, 2 y 3 de septiembre de 2021, Ibagué, Tolima, Colombia. 256 p.

**SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA**  
**Junta Directiva 2020 – 2022**

**Presidente**

Diego Fernando Rincón Rueda  
Investigador - Centro de Investigación Tibaitatá - Agrosavia

**Vicepresidente**

Felipe Borrero Echeverry  
Investigador - Centro de Investigación Tibaitatá - Agrosavia

**Secretario**

Diana Maritza Basto Diaz  
Directora ejecutiva Instituto ENTOMA

**Tesorera**

Yesica Ardila MSc.  
Profesional Universitaria, Unidad Administrativa de Servicios Públicos, UASEP

**Vocal**

German Vargas  
Investigador científico. Disciplina de Entomología. Cenicaña.

**Vocal**

Pablo Benavides Machado  
Investigador Científico - Cenicafé

**Vocal**

Carlos Espinel  
Investigador- Centro de Investigación Tibaitatá - Agrosavia

**Vocal Suplente**

Ulianova Vidal  
Consultora

**Vocal Suplente**

Diana Rueda  
Docente de Acarología y Manejo Integrado de Plagas, UNAL;  
Fundadora e Investigadora, Explora AgroTecnología SAS

**Vocal Suplente**

Zulma Gil  
Investigador Científico, Disciplina de Entomología, Cenicafé

**48° CONGRESO DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA  
COMITÉ ORGANIZADOR**

**Nelson Augusto Canal Daza (Presidente)**

Ingeniero agrónomo, PhD de Universidad de Sao Paulo  
Profesor asociado - Facultad de Ingeniería Agronómica - Universidad del Tolima

**Gladys Reinoso Flórez (Comité académico)**

Licenciada en Biología y Química, Magister Biología Universidad de Los Andes  
Profesora Titular - Departamento de Biología - Facultad de Ciencias- Universidad del  
Tolima - Grupo de Investigación en Zoología

**Rolando Tito Bacca Ibarra (Comité académico)**

Ing. Agrónomo, PhD de Universidad Federal de Viçosa  
Profesor Titular - Departamento de Producción y Sanidad Vegetal, Facultad de Ingeniería  
Agronómica, Universidad del Tolima.

**Giovany Guevara Cardona (Comité académico)**

Biólogo, Magíster en Ciencias Biológicas, Universidad del Tolima  
Doctor en Ciencias Mención Sistemática y Ecología, Universidad Austral de Chile  
Profesor Asociado - Departamento de Biología - Facultad de Ciencias- Universidad del  
Tolima - Grupo de Investigación en Zoología

**Diana Maritza Basto Diaz (Comité académico)**

Ingeniera Agrónoma, Magister en SIG, Universidad de Aconcagua  
Directora ejecutiva Instituto ENTOMA

**Yeisson Gutiérrez López (Comité académico)**

Biólogo, PhD de la Universidad de Münster.  
Investigador PhD. Corporación colombiana de investigación agropecuaria (AGROSAVIA).

**Edgar Herney Varón Devia (Comité académico)**

Ingeniero agrónomo, PhD de Universidad  
Investigador PhD asociado. Corporación colombiana de investigación agropecuaria  
(AGROSAVIA).

**Pedro Edgar Galeano Olaya (Comité académico)**

Administrador Agropecuario, Universidad del Tolima, Esp. en Entomología Universidad  
del Valle.

**Buenaventura Monje Andrade (Comité académico)**

Administrador de Empresas Agropecuarias, Magister en Entomología. Universidad  
Nacional.

Investigador Máster. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria  
(AGROSAVIA).

**Camilo Ignacio Jaramillo Barrios (Comité académico y comunicación)**  
Ingeniero agrónomo, Magister en Estadística aplicada. Universidad Santo Tomás.  
Investigador Máster. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria  
(AGROSAVIA).

**Manuela Alejandra Moreno Carmona (Comité de comunicación)**  
Bióloga, Estudiante maestría Ciencias Biológicas Universidad del Tolima.

**Maira Soranyi Tique Obando (Comité de comunicación)**  
Bióloga, Estudiante de maestría en biotecnología, Universidad de Tocantins- Brasil.

**Carlos Andrés Ramírez Cabrera (Comité de comunicación)**  
Biólogo, Universidad del Tolima

**Carlos Sebastián Quimbayo Diaz (Comité de comunicación)**  
Estudiante biología, Universidad del Tolima

**Ingri Tatiana Cárdenas Espitia (Comité de comunicación)**  
Bióloga, estudiante de Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad del Tolima

**Emmanuel José Quintero Rivera (Comité de comunicación)**  
Biólogo, estudiante Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad del Tolima

**Helena Esther Carranza Castillo (Comité de comunicación)**  
Bióloga, estudiante Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad del Tolima

## INSTITUCIONES ORGANIZADORAS



Red Colombiana  
de Limnología



Sociedad Colombiana de  
Entomología  
SOCOLEN

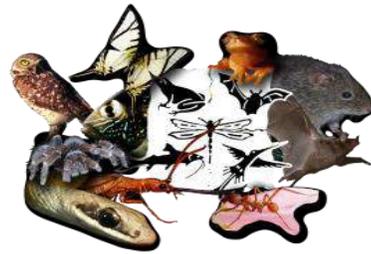


Universidad  
del Tolima



ACREDITADA  
DE ALTA CALIDAD

*¡Construimos la universidad que soñamos!*



GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ZOOLOGÍA  
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA



# AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria



Universidad  
del Tolima



ACREDITADA  
DE ALTA CALIDAD

¡Construimos la universidad que soñamos!

## OFERTA ACADÉMICA MODALIDAD PRESENCIAL

### FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

- Medicina veterinaria y Zootecnia

### FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

- Ingeniería Agronómica
- Ingeniería Agroindustrial

### FACULTAD DE INGENIERÍA FORESTAL

- Ingeniería Forestal

### FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

- Administración de Empresas
- Negocios Internacionales
- Economía

### FACULTAD DE TECNOLOGÍAS

- Arquitectura
- Tecnología en Levantamientos Topográficos

### FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

- Medicina
- Enfermería

### FACULTAD DE CIENCIAS

- Biología
- Matemáticas con Énfasis en Estadística
- Química

### FACULTAD CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

- Lic. en Ciencias Naturales y Educación Ambiental
- Lic. en Educación Física, Recreación y Deportes
- Lic. en Literatura y Lengua Castellana
- Lic. en Matemáticas
- Lic. en Lengua Extranjeras con Énfasis en Inglés
- Lic. en Ciencias Sociales

### FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y ARTE

- Artes Plásticas y Visuales
- Comunicación Social-Periodismo
- Historia
- Sociología
- Derecho
- Ciencia Política

## INSTITUTO DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

- Administración Financiera
- Licenciatura en Pedagogía Infantil
- Ingeniería en Sistemas
- Ingeniería en Agroecología
- Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental
- Tecnología en Regencia de Farmacia

- Licenciatura en Educación Artística
- Licenciatura en Educación Infantil
- Licenciatura en Literatura y Lengua Castellana
- Seguridad y Salud en el Trabajo
- Tecnología en Protección y Recuperación de Ecosistemas Forestales
- Tecnología en gestión de base de datos

[www.ut.edu.co](http://www.ut.edu.co)



## PRESENTACIÓN

Hace dos años, durante el congreso de SOCOLEN en Medellín, un grupo de socios tolimenses o radicados aquí, estuvimos interesados en realizar el 48 congreso en la ciudad de Ibagué; luego de la aceptación de la asamblea nos dimos a la tarea de empezar a diseñar lo que queríamos ofrecer, tanto en lo académico, como en la hospitalidad de nuestra tierra. Muy pronto luego de eso el mundo se enfrentó a una situación que no conocíamos y fue necesario replantearlas todas las actividades. Este es el segundo congreso que SOCOLEN debe enfrentar de manera virtual luego de la pandemia de COVID-19. Los tolimenses que queríamos traer el congreso a nuestra tierra ahora queríamos mostrarla desde la virtualidad, pero, además, queríamos tener una oferta académica que lograra el interés de todos aquellos que año a año hacen parte de este gran evento.

Indudablemente el 2020 fue un año de aprendizajes para el uso de herramientas virtuales y el 2021, ante la continuación de las limitaciones, fue el año de usar la virtualidad para hacer muchas actividades como si fueran presenciales o mejores. En este año ya aceptamos, por ejemplo, medicina virtual, banca virtual, enseñanza virtual y entre tantas otras cosas, aceptamos que era posible participar en un evento científico también de manera virtual, aunque indudablemente nada reemplaza al contacto humano y social.

En nuestro congreso virtual 2021 nos esforzamos para que los participantes pudieran tener algún tipo de interacción con los otros colegas que estaban en el congreso. La respuesta de nuestros socios y participantes en general fue a la altura. Asistieron 269 personas, entre ellos 95 estudiantes de pregrado (59) y posgrado (36), 123 profesionales no socios y 51 profesionales socios. Nuestros participantes presentaron ponencias en modalidad oral (80) o póster (56). Desarrollamos 10 simposios y se presentaron ocho conferencias magistrales. Si bien es cierto, hubiésemos querido sobre todo aceptar más ponencias de los participantes, no fue posible por las limitaciones de salas en la virtualidad. En este congreso tuvimos conferencistas en simposios y charlas magistrales de gran calidad, de países como USA, Cuba, México, Argentina, Alemania, Francia, Nueva Zelanda, Brasil, Ecuador y por supuesto Colombia. Quiero resaltar la participación que logramos de colombianos jóvenes radicados actualmente en el exterior, algunos de ellos culminando sus estudios doctorales, que nos mostraron la gran calidad de sus trabajos y nos dejan la seguridad que SOCOLEN es una sociedad con futuro y en continuo crecimiento.

También debemos destacar la gran participación de donantes para la financiación del congreso. Expresamos a ellos nuestros más sinceros agradecimientos por aceptar hacer parte de este evento a pesar del riesgo y la difícil situación por la que todos atravesamos.

Desde el Comité Organizador del 48 Congreso de SOCOLEN vemos la labor realizada como todo un éxito, los invitamos a ver en este libro las memorias de los trabajos presentados y no nos resta más que agradecer a todos su participación y colaboración.

NELSON A. CANAL

Presidente Comité Organizador

## CONTENIDO

<b>MAGISTRALES.....</b>	<b>1</b>
Estudio cuantitativo de caracteres morfológicos internos de insectos por medio de micro-tomografía computarizada.....	1
Plagas y enfermedades emergentes, nuevos retos para la agricultura, caso punta morada de la papa en Ecuador.....	4
Insectos sociales y nutrición: El desafío de las hormigas en el consumo de proteínas y carbohidratos .....	6
Estado actual e importancia de la producción de insectos comestibles en Colombia y el mundo	9
Genómica mitocondrial de hexápoda y arañas: evolución diferencial y convergencias evolutivas .....	12
<b>RESUMENES SIMPOSIOS SOCOLEN 2021.....</b>	<b>14</b>
<b>SIMPOSIO 1. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y BIOINDICACIÓN .....</b>	<b>14</b>
Alteraciones ambientales y sus efectos sobre la biodiversidad acuática en la Amazonia brasileña .....	14
Macroinvertebrados acuáticos en Chile y su uso en el bioestablecimiento .....	17
<b>SIMPOSIO 2. “CONTROL BIOLÓGICO POR CONSERVACIÓN COMO PIEZA CLAVE DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN LA AGRICULTURA” .....</b>	<b>18</b>
Determinantes locales y del paisaje para el control biológico de plagas en sistemas agrícolas ..	19
Control biológico conservativo de plagas del cultivo de café .....	21
Servicios ecosistémicos anexos al control biológico por conservación en el valle del río Cauca .	22
<b>SIMPOSIO 3. NOVEDADES EN MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS.....</b>	<b>23</b>
Tecnologías para detección de plagas en árboles y gestión de riego .....	23
<b>SIMPOSIO 4. LA ECOLOGÍA QUÍMICA EN EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS .....</b>	<b>24</b>
Impacto Ecológico del Áfido Gigante de los Sauces en Nueva Zelanda .....	24
Campos en flor: la diversificación del paisaje agrícola con flores como elementos para incrementar el control biológico.....	26
Desarrollo de monitoreo y control de <i>Pseudococcus calceolariae</i> (Hemiptera: Pseudococcidae) en frutales en Chile utilizando la feromona sexual.....	27
El sabor de lo aversivo en un insecto hematófago .....	28
Estado actual y perspectivas de uso de feromonas sexuales en el manejo integrado de <i>Diatraea saccharalis</i> (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae) en Colombia .....	30
<b>SIMPOSIO 5. ECOLOGÍA DE LA DESCOMPOSICIÓN.....</b>	<b>32</b>
Necrophagous blowflies (Diptera, Calliphoridae) and prospective in the neotropical region .....	32
Forensic entomology of the tent – how restricted insect access and special storage conditions can affect the fauna and decomposition of cadavers.....	35

Diptera in forensic context.....	36
Diversidade de insetos associados à decomposição de carcaças em florestas tropicais secas....	38
Forensic entomology beyond the obvious: unusual cases .....	39
<b>SIMPOSIO 6. ESTATUS DE INSECTOS VECTORES DE ENFERMEDADES EN SISTEMAS DE ARROZ, CÍTRICOS Y MAÍZ EN COLOMBIA.....</b>	<b>40</b>
Enfermedades emergentes transmitidas por vectores: Entendiendo la próxima amenaza para la seguridad alimentaria .....	40
Actualidad del escalamiento de <i>Tamarixia radiata</i> para el manejo de <i>Diaphorina citri</i> en Colombia. ....	41
Sogata <i>tagosodes orizicolus</i> muir (Hemiptera: Delphacidae) muir vector del virus de la hoja blanca en el cultivo de arroz .....	46
“ <i>Dalbulus maidis</i> (De Long & Wolcott) vector del complejo del Achaparramiento del maíz” .....	48
<b>SIMPOSIO 7. ECOTOXICOLOGÍA DE INSECTICIDAS .....</b>	<b>55</b>
Resistencia de plagas agrícolas a insecticidas en Colombia.....	55
Novedosas formulaciones y tecnología de aplicación de aceites esenciales para el control de insectos plaga: el nexo entre la información y el uso práctico .....	57
Usando la toxicología para el diseño racional de insecticidas y repelentes: enfoque para insectos de interés médico.....	59
<b>SIMPOSIO 9. AVANCES EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS DE LA PALMA DE ACEITE CON ENTOMOPATÓGENOS.....</b>	<b>60</b>
Perspectivas en el desarrollo y uso de controladores biológicos para el control de plagas de la palma de aceite. ....	60
Colección de hongos entomopatógenos del centro de investigación en palma de aceite (Cenipalma), la naturaleza al servicio de la palmicultura colombiana.....	62
Hongos y virus entomopatógenos, una alternativa promisoría para el control de insectos plaga .....	65
Nematodos y bacterias entomopatógenas en agroecosistemas palmeros de Colombia y su potencial uso en el manejo de insectos plaga de la palma.....	68
<b>SIMPOSIO 10. ESCARABAJOS DE COLOMBIA: TAXONOMÍA, BIOLOGÍA E IMPORTANCIA AGRÍCOLA .....</b>	<b>71</b>
Escarabajos scarabaeoidea: grupos, composición, biología y ecología .....	71
Ensamblaje de escarabajos fitófagos en regiones agrícolas de Colombia.....	74
Bioindicación con escarabajos fitófagos: estudio de caso en un ecosistema altoandino.....	76
El manejo integrado de chisas, historia y perspectivas en Colombia .....	80
<b>MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS.....</b>	<b>82</b>
<b>PRESENTACIONES ORALES .....</b>	<b>82</b>

MIP-O-01. Insectos fitófagos asociados a <i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist (Asteraceae).....	82
MIP-O-05. Manejo de insectos fitófagos de importancia económica en el cultivo de aguacate cv. Hass ( <i>Persea americana</i> mill.) en Guática - Risaralda.....	83
MIP-O-10. Metodologías de muestreo de sinfílicos en cultivos de piña ( <i>Ananas comosus</i> L.) en Santander, Colombia.....	84
MIP-O-12. Identificación de parasitoides del pasador del fruto del lulo <i>Neoleucinodes elegantalis</i> (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) en Nariño .....	85
MIP-O-15. Evaluación de una población de <i>Dalbulus maidis</i> (Hemiptera: Cicadellidae) y la frecuencia de los patógenos del achaparramiento del maíz en el Huila .....	86
MIP-O-19. Toxicity of deltamethrin against Tobacco beetle <i>Lasioderma serricorne</i> (Coleoptera: Anobiidae) and control effects on progeny production.....	87
MIP-O-22. Control biológico natural de <i>Aphis gossypii</i> Glover (Hemiptera: Aphididae) en cultivos de ají en un paisaje complejo .....	88
MIP-O-24. Presencia de Mollicutes en <i>Dalbulus maidis</i> DeLong y Wolcott (Hemiptera: Cicadellidae) asociados al achaparramiento del maíz en el Tolima y Huila .....	89
MIP-O-25. Identificación morfológica y molecular de <i>Trichogramma</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae) en caña de azúcar en Colombia .....	90
MIP-O-28. Prevention, detection, and control of <i>Bactericera cockerelli</i> Šulc. (Hemiptera: Triozidae) in potato productive systems, <i>Solanum tuberosum</i> L. from Colombia.....	91
MIP-O-33. Evaluación de materiales híbridos de café con menor susceptibilidad a la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae).....	92
MIP-O-45. Detección de <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> en <i>Diaphorina citri</i> KuwayamaL (Hemiptera: Liviidae) presente en rutáceas en la región Caribe de Colombia. ....	93
MIP-O-46. Evaluación de plantas F2 de variedad Castillo® por introducciones etíopes con menor oviposición a <i>Hypothenemus hampei</i> F. (Coleoptera:Curculionidae:Scolytinae). ....	94
MIP-O-53. Ciclo de vida y observaciones biológicas de <i>Caloreas cydrotia</i> (Lepidoptera: Choreutidae) y <i>Trupanea bonariensis</i> (Diptera:Tephritidae) como posibles candidatos para el control biológico de <i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist (Asteraceae) .....	95
MIP-O-54. Biología y hábitos del barrenador del fruto <i>Caphys bilineata</i> (Stoll, 1781) (Lepidoptera: Pyralidae) en palma de aceite.....	96
MIP-O-56. Fluctuación poblacional de <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae) y <i>Cheilomenes sexmaculata</i> (Fabricius, 1781) (Coleoptera: Coccinellidae) en cítricos.....	97
MIP-O-57. Avances en el manejo integrado de cochinilla y fumagina en banano en la zona de Urabá - Antioquia.....	98
MIP-O-58. Incidencia y distribución de termitas (Insecta: Blattodea) en variedades de cítricos en Magdalena, Colombia .....	99
MIP-O-62. Hongos entomopatógenos y sus compuestos activos para el control dual de adultos y pre-imaginales de moscas de las frutas .....	100

MIP-O-63. Evaluación de métodos de muestreo de <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae) en Palomino, La Guajira .....	101
MIP-O-67. Dinámica poblacional de [ <i>Opsiphanes cassina</i> ] Felder, 1862 (Lepidoptera: Nymphalidae) y sus enemigos naturales en un cultivo de palma de aceite híbrida.....	102
MIP-O-69. <i>Metarhizium robertsii</i> y sus metabolitos secundarios para el control de las moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) en Colombia .....	103
MIP-O-70. Identificación de los componentes de la feromona macho-específica liberada por el escarabajo-plaga <i>Strategus aloeus</i> (L., 1758) (Coleoptera: Scarabaeidae) .....	104
MIP-O-71. Evaluación de la calidad del mango de azúcar y kent con la aplicación del tratamiento con vapor caliente. ....	105
MIP-O-72. Validación del manejo integrado de <i>Diatraea</i> spp. (Lepidoptera: Crambidae) en parcelas de caña de azúcar para panela en Moniquirá, Boyacá (Colombia) .....	106
MIP-O-80. Evaluación de hongos entomopatógenos para el manejo de poblaciones de chisas (Coleoptera: Melolonthidae) en dos zonas de Colombia .....	107
MIP-O-84. Implementación del sistema de vigilancia para especies de moscas de la fruta no nativas en Colombia.....	108
MIP-O-85. Distribución espacio-temporal de <i>Aphis gossypii</i> Glover (Hemiptera: Aphididae) y coccinélidos en cultivos de ají asperjados con plaguicidas .....	109
MIP-O-97. ¿Cómo responde <i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande (Thysanoptera: Thripidae) a mallas fotoselectivas y de sombrío en condiciones semicontroladas?.....	110
MIP-O-100. Determinación de la unidad de muestreo adecuada para el monitoreo de <i>Leptopharsa gibbicarina</i> Froeschner, 1977 (Hemiptera: Tingidae) en palma de aceite.....	111
MIP-O-104. Muestreo de thrips (Thysanoptera: Thripidae) en cultivos de rosa tipo exportación: análisis espacial, modelos de predicción y toma de decisiones.....	112
MIP-O-106. Fluctuación poblacional de trips (Thysanoptera) del aguacate ( <i>Persea americana</i> Mill) en el Valle del cauca. ....	113
MIP-O-112. Inmunodepresión por <i>Cotesia flavipes</i> (Hymenoptera: Braconidae) aumenta el parasitismo de <i>Billaea claripalpis</i> (Diptera: Tachinidae) en barrenadores del tallo .....	114
MIP-O-115. Desarrollo de una alternativa ecológica utilizando unidades de biodiversidad tipo <i>push and pull</i> para el manejo sustentable de <i>Bagrada hilaris</i> (Burmeister) Hemiptera: Pentatomidae.....	115
MIP-O-121. Comunicación química para el manejo integrado de plagas en cultivos de interés comercial .....	116
MIP-O-126. Liberaciones aéreas de <i>Trichogramma exiguum</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae) en caña de azúcar .....	117
MIP-O-128. Propiedades insecticidas y/o repelentes de <i>Tagetes verticillata</i> Lag. & Rodr. (Asteraceae) sobre <i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky (Coleoptera: Dryophthoridae) en maíz almacenado .....	118

MIP-O-130. Distribución de especies de <i>Diatraea</i> (Lepidoptera: Crambidae) y sus enemigos naturales en arroz .....	119
MIP-O-137. Compatibilidad de un prototipo de bioplaguicida a base de granulovirus con agroquímicos y extractos vegetales para uso en cultivos de tomate .....	120
MIP-O-142. Desarrollo de estrategias de producción <i>in vivo</i> de aislamientos de Baculovirus..	121
<b>PRESENTACIONES EN POSTER .....</b>	<b>122</b>
MIP-P-09. Reporte de <i>Halticu bracteatus</i> Say (Hemíptera: Miridae) en plantas de cilantro ( <i>Coriandrum sativum</i> ) en el municipio de Espinal, Tolima.....	122
MIP-P-18. Monitoreo temprano de <i>Cyrtomenus bergi</i> F. (Hemiptera: Froeschner), como estrategia de manejo integrado en el sistema de producción de yuca <i>Manihot esculenta</i> C. para el Tolima.....	123
MIP-P-29. Interacción de <i>Dalbulus maidis</i> (De Long & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), arvenses y mollicutes causantes del achaparramiento del maíz en los departamentos de Tolima y Huila. ....	124
MIP-P-36. Vulnerabilidad de la caficultura colombiana a la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari, 1867) (Curculionidae: Coleoptera) bajo diferentes escenarios climáticos.....	125
MIP-P-52. <i>Beauveria bassiana</i> afectando adultos de <i>Dynamis borassi</i> F. (Coleoptera: Curculionidae) en palmas de Chontaduro para el municipio de Tumaco, Colombia.....	126
MIP-P-61. Relación climática y fenológica con poblaciones de <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en lima tahití en el Tolima .....	127
MIP-P-78. Alternativa para el control de mosca de la fruta <i>Anastrepha</i> spp (Diptera, tephritidae) en cultivos de mango en Santa Marta, Magdalena.....	128
MIP-P-82. Efectos de las proteínas Cry de variedades de algodón en larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidóptera: Noctuidae) en Cesar, Colombia.....	129
MIP-P-116. Control cultural del barrenador gigante de la caña de azúcar, <i>Telchin licus</i> (Lepidoptera: Castniidae), mediante el aporque.....	130
MIP-P-120. <i>Dalbulus maidis</i> (De Long & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) modifica atributos biológicos al interactuar con el fitoplasma del enanismo del maíz .....	131
MIP-P-127. Toxicidad de Cry1Ac en el complejo de barrenadores del tallo de la caña de azúcar, <i>Diatraea</i> spp. (Lepidoptera: Crambidae) .....	132
MIP-P-141. Evaluación de compuestos químicos y extractos vegetales para el control de <i>Dysmicoccus brevipipes</i> (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) .....	133
<b>BIODIVERSIDAD DE ARTHROPODA .....</b>	<b>134</b>
<b>PRESENTACIONES ORALES .....</b>	<b>134</b>
BART-O-02. Dinámica de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un área urbana en la ciudad de Ibagué (Tolima, Colombia) .....	134
BART-O-04. Dytiscidae (Coleoptera: Adephaga) depositados en la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima (CZUT-Ma) .....	135

BART-O-07. LAS COLECCIONES BIOLÓGICAS PARA EL CONOCIMIENTO REGIONAL DE COLEÓPTEROS: ELMIDAE DEL RÍO PRADO (TOLIMA, COLOMBIA) .....	136
BART-O-14. Avispas sociales (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) del jardín botánico San Jorge de la ciudad de Ibagué, Tolima, Colombia .....	137
BART-O-20. Curaduría y sistematización de los especímenes del orden Hemiptera de la Colección Taxonómica Nacional de Insectos CTNI “Luis María Murillo” .....	138
BART-O-21. Las Moscas y los mosquitos (Diptera) de la Colección Taxonómica Nacional de Insectos Luis María Murillo, Agrosavia, Colombia .....	139
BART-O-47. Mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea) del Museo Laboratorio Entomológico, Universidad del Tolima.....	140
BART-O-51. Chisas rizófagas y fitófagas del cultivo de café en Colombia: Caracterización de daño y abundancia en cuatro departamentos.....	141
BART-O-60. Determinación de la diversidad y conformación de grupos funcionales de entomofauna asociada a producciones agrícolas familiares en transición a sistemas orgánicos. ....	142
BART-O-65. Acarofauna (Arachnida: Acari) asociada a <i>Tillandsia usneoides</i> L., en el monte Tlálóc, México.....	143
BART-O-66. Diversidad de macroinvertebrados bentónicos presentes en dos sistemas hídricos artificiales como indicadores biológicos de calidad de agua.....	144
BART-O-76. Diversidad de cicadélidos y psílidos asociados a <i>Quercus humboldtii</i> Bonpl. (Fagaceae) en Bogotá, Colombia.....	145
BART-O-77. Evaluación de la capacidad potencial de <i>Scaphytopius</i> sp. (Hemiptera: Cicadellidae) para transmitir fitoplasmas a <i>Quercus humboldtii</i> Bonpl. (Fagaceae).....	146
BART-O-87. Caracterización de los macroinvertebrados acuáticos asociados al peciolo de aráceas .....	147
BART-O-89. Determinación de la calidad del agua mediante índices biológicos y de contaminación en un sistema lótico del municipio de Socotá, Boyacá .....	148
BART-O-99. Diversidad de Carabidae (Insecta: Coleoptera) en dos fragmentos de bosque seco tropical en el Caribe colombiano .....	149
BART-O-113. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del Museo Laboratorio de Entomología de la Universidad del Tolima (MEN-UT).....	150
BART-O-118. Diversidad de escolitinos (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) asociados al cultivo del cacao en el oriente de Caldas.....	151
BART-O-123. ¿Qué diversidad de coleópteros nativos pueden mantener las plantaciones forestales? Una síntesis global .....	152
BART-O-124. La conversión de bosques primarios reduce la biodiversidad, estructura y funcionalidad ecosistémica: Un meta-análisis global usando escarabajos coprófagos.....	153
<b>PRESENTACIONES EN POSTER .....</b>	<b>154</b>

BART-P-08. Biodiversidad de insectos visitantes florales y polinizadores en Sorgo JJT-18 ( <i>Sorghum bicolor</i> L.) y Frijol Corpoica Rojo 39 ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	154
BART-P-16. Insectos plaga y benéficos asociados al sistema productivo de menta en el Oriente Antioqueño.....	155
BART-P-49. Aproximación a la diversidad y distribución geográfica de las arañas Mygalomorphae de la Amazonía Colombiana.....	156
BART-P-90. Registro preliminar de plagas y entomofauna asociada a plantas de granado ( <i>Punica granatum</i> L) cv. Mina Shirin en el Cesar, Colombia .....	157
BART-P-91. Caracterización de entomofauna asociada al cultivo de fique en tres departamentos de Colombia. ....	158
BART-P-105. Artrofauna del suelo asociada a los cultivos de café del Líbano (Tolima-Colombia) .....	159
BART-P-105. Franjas de vegetación, refugios para las abejas silvestres (Hymenoptera) en agroecosistemas de caña de azúcar.....	160
BART-P-133. Sinopsis sobre el conocimiento de los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en Venezuela .....	161
BART-P-136. Catálogo de Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Santander y el sur de Bolívar.....	162
BART-P-138. Hemiptera de la colección entomológica del programa de biología de la Universidad de Caldas- CEBUC.....	163
<b>HISTORIA NATURAL Y ECOLOGÍA.....</b>	<b>164</b>
<b>PRESENTACIONES ORALES .....</b>	<b>164</b>
HNEA-O-11. Bio-ecología y situación actual de <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) en agroecosistemas de ají en el Valle del Cauca, Colombia .....	164
HNEA-O-13. Anatomía del tracto reproductivo en chinches plaga (Heteroptera: Pentatomidae) de la soya y el arroz.....	165
HNEA-O-17. Determinación de áreas potenciales de presencia de <i>Anthonomus grandis</i> Boheman (Coleóptera: Curculionidae) en los departamentos de Tolima y Huila.....	166
HNEA-O-26. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en la ciudad de Santa Marta, Magdalena: Una perspectiva para la conservación de la biodiversidad en zonas urbanas. ....	167
HNEA-O-27. Macroinvertebrados acuáticos presentes en la quebrada las perlas (Ibagué, Tolima): aspectos taxonómicos y ecológicos.....	168
HNEA-O-31. Evaluación de la presencia de abejas y abejorros asociados con la maleza invasora retamo espinoso ( <i>Ulex europaeus</i> L) en Sibaté (Cundinamarca, Colombia).....	169
HNEA-O-34. Efecto de los insectos visitantes florales en la producción y calidad del café.....	170
HNEA-O-35. Diversidad de insectos visitantes florales del cultivo del café .....	171
HNEA-O-37. Dinámica temporal de la comunidad de insectos acuáticos de <i>Xanthosoma sagittifolium</i> Schott, 1832 (Araceae) .....	172

HNEA-O-39. Conociendo la distribución potencial presente y futura de la Mosca Soldado Negra, <i>Hermetia illucens</i> (Linnaeus) (Diptera: Stratiomyidae).....	173
HNEA-O-40. Abejas recolectoras de óleos florales, plantas que lo producen y sus interacciones ecológicas en América .....	174
HNEA-O-43. Modelo de nicho ecológico para <i>Tamarixia radiata</i> (Waterston, 1922) (Hymenoptera: Eulophidae).....	175
HNEA-O-64. Efectos de la estacionalidad sobre la diversidad funcional de macroinvertebrados acuáticos en humedales temporales del Magdalena, Colombia.....	176
HNEA-O-68. Evaluación de las áreas potenciales de invasión de <i>Leucoptera coffeella</i> (Guérin-Méneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae): un enfoque desde el modelamiento de nicho ecológico .....	177
HNEA-O-93. Aspectos poblacionales y desplazamiento de <i>Hamadryas</i> Hübner, 1806, (Lepidoptera: Nymphalidae), en un paisaje de bosque seco tropical colombiano.....	178
HNEA-O-102. Tamaño del fragmento de bosque y aislamiento, efectos en ensamblajes de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) del nororiente antioqueño.....	179
HNEA-O-107. La avispa asesina oriental, <i>Vespa orientalis</i> Linnaeus, 1771 (Hymenoptera, Vespidae), y lo que dejó su llegada. ....	180
HNEA-O-119. Descomposición de hojarasca y macroinvertebrados asociados en una quebrada altoandina colombiana (Ibagué, Tolima) .....	181
HNEA-O-125. Riqueza de grupos funcionales de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en fragmentos de bosque de galería (Meta, Colombia).....	182
HNEA-O-131. Resultados preliminares de biodiversidad de Carabidae y Formicidae en parches urbanos de bosque seco y restauración inicial en la Universidad del Valle, Cali.....	183
<b>PRESENTACIONES EN POSTER .....</b>	<b>184</b>
HNEA-P-32. Familias del orden Hymenoptera asociadas al retamo espinoso ( <i>Ulex europaeus</i> L) en el municipio de Sibate – Cundinamarca, Colombia.....	184
HNEA-P-94. Artrópodos y su enseñanza: un análisis bibliométrico .....	185
HNEA-P-95. Análisis bibliométrico de la educación en ciencias y los insectos.....	186
HNEA-P-96. Investigación de educación en arañas: Análisis bibliométrico.....	187
HNEA-P-101. Estado del conocimiento de las estrategias de captura de presas en arañas: Un análisis bibliométrico .....	188
HNEA-P-108. Diversidad y potencial bioindicador de arañas en rotaciones arroceras del este uruguayo .....	189
HNEA-P-109. Efecto de los fertilizantes sobre la araneofauna presente en campos naturales del Uruguay .....	190
HNEA-P-122. Distribución potencial y nichos ecológicos de algunos vectores y hospederos de Leishmaniasis Cutánea Americana.....	191

HNEA-P-140. Variación altitudinal (1700-2200 m) de la macrofauna en bosques de niebla de la cuenca del río Orinoco .....	192
<b>ENTOMOLOGÍA MÉDICA, VETERINARIA Y FORENSE PRESENTACIONES ORALES .....</b>	<b>193</b>
EMVF-O-30. Caracterización y dinámica post-cópula de la microbiota del tracto reproductivo de <i>Aedes aegypti</i> y <i>Ae. albopictus</i> .....	193
EMVF-O-41. Composición del metaviroma de <i>Anopheles darlingi</i> Root 1926 (Diptera: Culicidae) en el noroeste colombiano .....	194
EMVF-O-44. Entomofauna forense utilizando cerdos como biomodelo, en un remanente de bosque seco .....	195
EMVF-O-48. Detección y tipificación de <i>Wolbachia</i> en mosquitos <i>Aedes</i> (Diptera: Culicidae) del Valle de Aburrá, Antioquia.....	196
EMVF-O-55. Caracterización del almacenamiento de espermatozoides en el mosquito vector del dengue <i>Aedes aegypti</i> L. (Diptera: Culicidae).....	197
EMVF-O-74. Utilidad de la MosquiTRAP para la vigilancia de <i>Aedes aegypti</i> (Diptera: Culicidae) y el direccionamiento de medidas de prevención y control del dengue.....	198
EMVF-O-81. Estudio preliminar de la entomofauna cadavérica asociada a cuerpos de cerdo ( <i>Sus scrofa</i> Linnaeus, 1758) en una zona urbana de Tunja-Boyacá.....	199
EMVF-O-83. Caracterización de un fragmento del gen del canal de sodio dependiente de voltaje, en dos vectores importantes de malaria en Colombia.....	200
EMVF-O-86. Variabilidad molecular de <i>Ophyra aenescens</i> (Wiedemann, 1830) y <i>Ophyra chalcogaster</i> (Wiedemann, 1824) (Diptera: Muscidae) de interés forense.....	201
EMVF-O-98. Nuevo dispositivo para evaluar sustancias con efecto repelente contra vectores de Chagas (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae).....	202
EMVF-O-114. Actividad proteolítica, amilolítica, celulolítica y lipolítica en larvas de <i>Tenebrio molitor</i> con y sin melanismo .....	203
EMVF-O-117. Fuentes de alimentación de las especies de <i>Anopheles</i> (Culicidae: Diptera) de localidades endémicas del Bajo Cauca y Pacífico colombiano.....	204
<b>PRESENTACIONES EN POSTER .....</b>	<b>205</b>
EMVF-P-42. Efecto del cambio en la composición del paisaje en la comunidad de <i>Anopheles</i> (Diptera: Culicidae) de la región del Bajo Cauca en Colombia .....	205
EMVF-P-79. Estudio preliminar de la variación estacional de <i>Lutzomyia longiflocosa</i> (Osorno-Mesa et al. 1970), (Diptera: Psychodidae) y su relación con factores climáticos en un área endémica para leishmaniasis cutánea en Colombia.....	206
EMVF-P-88. Insectos necrófagos en cadáver de cerdo en dos coberturas vegetales en un predio de Caicedonia (Valle del Cauca).....	207
<b>FISIOLOGÍA DE INSECTOS .....</b>	<b>208</b>
<b>PRESENTACIONES ORALES .....</b>	<b>208</b>

FINS-O-50. La edad de los machos influye en la incidencia de apareamiento y el uso de esperma en las hembras del vector del dengue <i>Aedes aegypti</i> (Diptera: Culicidae).....	208
FINS-O-103. Atracción entre conoespecíficos en el picudo de la soya <i>Rhysomatus nigerrimus</i> Fahraus (Coleoptera: Curculionidae) .....	209
<b>SISTEMÁTICA Y TAXONOMÍA .....</b>	<b>210</b>
<b>PRESENTACIONES ORALES .....</b>	<b>210</b>
SYTX-O-03. Taxonomía de larvas de la familia Chironomidae (Insecta: Diptera) en quebradas tributarias del Río Combeima (Tolima, Colombia) .....	210
SYTX-O-06. Los grandes olvidados: El caso de los ciempiés de los órdenes.....	211
Geophilomorpha, Lithobiomorpha y Scutigleromorpha .....	211
SYTX-O-73. El barrenador listado <i>Eoreuma insuastii</i> Solis and Osorio-Mejía 2020 (Lepidoptera: Crambidae): nueva plaga de la caña de azúcar para panela en Colombia.....	212
SYTX-O-110. Índice de salud e indicadores de biodiversidad de la colección de Odonata de la Universidad del Quindío .....	213
SYTX-O-134. Trips (Thysanoptera) presentes en arándano y zarzamora en Michoacán, México .....	214
SYTX-O-134. Cicadélidos (Hemiptera: Cicadellidae) asociados al aguacate en Michoacán, México .....	215
<b>PRESENTACIONES EN POSTER .....</b>	<b>216</b>
SYTX-P-38. Nuevos registros de los subórdenes Gerromorpha y Nepomorpha (Hemiptera: Heteroptera) en el Magdalena Medio Colombiano .....	216
SYTX-P-129. Diversidad de coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) asociados a cítricos en el centro- sur del estado de Tamaulipas, México.....	217
<b>GENÉTICA Y HERRAMIENTAS ÓMICAS .....</b>	<b>218</b>
<b>PRESENTACIONES ORALES .....</b>	<b>218</b>
GHO-O-23. Primer micro-transcriptoma de larvas de la mosca <i>Anastrepha Obliqua</i> (Macquart) (Diptera:Tephritidae) detecta microRNAs únicos según el fruto hospedero.....	218
GHO-O-59. Expresión diferencial de microRNAs de larvas de la mosca <i>Anastrepha obliqua</i> (Macquart) (Diptera Tephritidae) asociada a diferentes plantas hospederas. ....	219
GHO-O-132. Mitoproteoma de los estados juveniles y adultos de <i>Aedes aegypti</i> (L) (Diptera: Culicidae).....	220
<b>PRESENTACIONES EN POSTER .....</b>	<b>221</b>
GHO-P-75. Flavivirus Insecto Específicos: un diagnóstico del estado de la información genómica en el mundo y particularmente en Colombia.....	221
GHO-P-92. Rutas de dispersión de los principales vectores de la malaria humana en América: Evidencias genéticas a partir del gen mitocondrial COI .....	222
<b>INDICE DE AUTORES .....</b>	<b>223</b>

INDICE DE NOMBRES CIENTÍFICOS.....	234
------------------------------------	-----

## MAGISTRALES

### **Estudio cuantitativo de caracteres morfológicos internos de insectos por medio de micro-tomografía computarizada**

Yeisson Gutiérrez

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Agrosavia. Centro de Investigación El Mira. Tumaco, Nariño, Colombia. E-mail: ygutierrezl@agrosavia.co

Los caracteres morfológicos internos albergan un gran potencial informativo en la entomología tanto en estudios sistemáticos/taxonómicos como eco-fisiológicos. Algunas estructuras u órganos de insectos pueden ser altamente conservados en linajes, lo que permite inferir relaciones evolutivas entre especies, u otros rangos taxonómicos. Además, otros caracteres internos pueden ser considerablemente plásticos (plasticidad fenotípica) e influenciados por las condiciones ambientales tales como nutrición, factores climáticos o contaminantes.

En general, el estudio de la morfología interna de insectos ha sido un tema célebre en la entomología, estudios clásicos (Ej., Snodgrass, 1935) permitieron cimentar las bases del conocimiento de la morfología y fisiología de los insectos. Sin embargo, el estudio sistemático de estos rasgos internos ha parecido laborioso e inaccesible para investigadores sin una fuerte formación en técnicas de laboratorio para la preparación de insectos que permita visualizar, ilustrar y medir estos caracteres de alto interés. Con el desarrollo histórico de nuevas tecnologías, varias técnicas como la microscopía laser confocal y resonancia magnética nuclear fueron presentadas como alternativas ideales a la histología clásica (asociada a la microscopía óptica o electrónica). Pero todas estas técnicas mencionadas aún demandan gran esfuerzo en la preparación de las muestras (Brinkmann et al., 2016), lo que dificulta el análisis cuantitativo a gran escala (ej., varias réplicas de diferentes factores experimentales).

El rápido desarrollo de la micro-tomografía computarizada ( $\mu$ CT) viene ligado a las ciencias médicas y el estudio de propiedades microscópicas e internas de materiales de interés en la industria. Sin embargo, la utilización de esta técnica para observar caracteres internos de insectos y otros invertebrados se popularizó rápidamente desde la década de los 70's (Gutiérrez et al., 2018). La técnica de  $\mu$ CT se basa en la radiación por rayos X, permite una resolución espacial en el rango de 1–10  $\mu$ m (ver Withers, 2007 para detalles técnicos) y no requiere seccionar nuestro objeto de interés. Esto es de particular importancia en estudios que involucran organismos que se deben conservar por su importancia científica (ej., especímenes tipo) o porque son requeridos para otras mediciones en estudios eco-fisiológicos. El término “tomografía” se refiere a la capacidad de obtener y observar las imágenes de nuestra muestra de interés en secciones (rebanadas). Y, debido a que esta imagen se obtiene de manera digital, es posible inspeccionar el total de la muestra desde cualquier ángulo y realizar “cortes digitales” en cualquier dirección (Jasanoff & Sun, 2002). Esta particularidad permite pasar de observar únicamente secciones de órganos o estructuras de interés en dos dimensiones (2D), a visualizar y medir estos caracteres en tres dimensiones (3D), posibilitando así la medición de volúmenes, áreas y distancias longitudinales que no son técnicamente posibles (o que tienen poca exactitud) con otras metodologías.

Aun así, en sus inicios, esta técnica requería de la segmentación virtual manual (es decir, selección de áreas) de las estructuras de interés con el uso de software especializado (ej., Seg3D, SPIERS, 3D Slicer), actividad que demandaba una gran cantidad de tiempo. Actualmente, con la implementación de algoritmos de inteligencia artificial, se han desarrollado aplicaciones amigables con el usuario

como BIOMEDISA (Lösel et al., 2020), la cual permiten la segmentación de las estructuras de interés de una forma semiautomatizada, incrementando así significativamente la eficiencia de las mediciones. En el caso de los insectos y otros pequeños invertebrados, se han refinado las metodologías para la preparación de las muestras (Friedrich & Beutel, 2008; Gutiérrez et al., 2018; Sombke et al., 2015), permitiendo así implementar esta técnica rápidamente en nuestros estudios sólo con unos finos ajustes de los protocolos existentes. Aunque el costo de los escáneres  $\mu$ CT pueda parecer prohibitivo para los investigadores promedio en Latinoamérica, existen alternativas para acceder a estos servicios por medio de pago por muestra analizada como se hace con otras actividades investigativas (ej., secuenciación genética). Actualmente existen una gran variedad de proveedores de escáneres para  $\mu$ CT (Gutiérrez et al., 2018, ver material suplementar) y muchos laboratorios de investigación a nivel mundial cuentan con escáneres, esto hace factible el establecimiento de proyectos de cooperación.

Considerando los argumentos expuestos, la micro-tomografía computarizada tiene un gran potencial informativo para estudios sistemáticos (Faulwetter et al., 2013) y eco-fisiológicos (Gutiérrez et al., 2020; Mattei et al., 2015) utilizando una aproximación cuantitativa. Desarrollos recientes han permitido refinar protocolos para preparación de muestras y segmentación semiautomatizada para obtención de grandes volúmenes de datos en estudios utilizando insectos y otros invertebrados pequeños.

## Bibliografía

- Brinkmann, M., Rizzo, L. Y., Lammers, T., Gremse, F., Schiwy, S., Kiessling, F., & Hollert, H. (2016). Micro-computed tomography ( $\mu$ CT) as a novel method in ecotoxicology - determination of morphometric and somatic data in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Science of the Total Environment*, 543, 135–139. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.11.020>
- Faulwetter, S., Vasileiadou, A., Kouratoras, M., Dailianis, T., & Arvanitidis, C. (2013). Micro-computed tomography: Introducing new dimensions to taxonomy. *ZooKeys*, 263, 1.
- Friedrich, F., & Beutel, R. G. (2008). Micro-computer tomography and a renaissance of insect morphology. *Proceedings of SPIE*, 7078, 70781U. <https://doi.org/10.1117/12.794057>
- Gutiérrez, Y., Ott, D., & Scherber, C. (2020). Direct and indirect effects of plant diversity and phenoxy herbicide application on the development and reproduction of a polyphagous herbivore. *Scientific Reports*, 10(1), 1–11.
- Gutiérrez, Y., Ott, D., Töpferwien, M., Salditt, T., & Scherber, C. (2018). X-ray computed tomography and its potential in ecological research: A review of studies and optimization of specimen preparation. *Ecology and Evolution*, 8(15), 7717–7732.
- Jasanoff, a., & Sun, P. (2002). In vivo magnetic resonance microscopy of brain structure in unanesthetized flies. *Journal of Magnetic Resonance*, 158, 79–85. [https://doi.org/10.1016/S1090-7807\(02\)00063-0](https://doi.org/10.1016/S1090-7807(02)00063-0)
- Lösel, P. D., van de Kamp, T., Jayme, A., Ershov, A., Faragó, T., Pichler, O., Jerome, N. T., Aadepe, N., Bremer, S., & Chilingaryan, S. A. (2020). Introducing Biomedisa as an open-source online platform for biomedical image segmentation. *Nature Communications*, 11(1), 1–14.
- Mattei, A. L., Riccio, M. L., Avila, F. W., & Wolfner, M. F. (2015). Integrated 3D view of postmating responses by the *Drosophila melanogaster* female reproductive tract, obtained by micro-computed tomography scanning. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(27), 8475–8480. <https://doi.org/10.1073/pnas.1505797112>
- Snodgrass, R. E. (1935). *Insect morphology* (Vol. 667). McGraw-Hill Book Company, New York.

- Sombke, A., Lipke, E., Michalik, P., Uhl, G., & Harzsch, S. (2015). Potential and limitations of X-Ray micro-computed tomography in arthropod neuroanatomy: A methodological and comparative survey. *Journal of Comparative Neurology*, 523(8), 1281–1295. <https://doi.org/10.1002/cne.23741>
- Withers, P. J. (2007). X-ray nanotomography. *Materials Today*, 10(12), 26–34. [https://doi.org/10.1016/S1369-7021\(07\)70305-X](https://doi.org/10.1016/S1369-7021(07)70305-X)

## Plagas y enfermedades emergentes, nuevos retos para la agricultura, caso punta morada de la papa en Ecuador

Carmen Castillo Carrillo

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Quito, Ecuador

La papa es la base de la alimentación de la población de los Andes ecuatorianos. El cultivo de la papa está amenazado constantemente por plagas y enfermedades. Las principales plagas son las tres especies de polillas (*Symmetrischema tangolias*, *Tecia solanivora* y *Phthorimaea operculella*), el gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) y otras secundarias como trips (*Frankliniella solani*), el minador de la hoja (*Liriomyza huidobrensis*) y pulguilla (*Epitrix* sp.). Desde hace algunos años atrás, este cultivo se ve amenazado por la patología de la punta morada de la papa. En países de Norte y Centroamérica y en Nueva Zelanda, tanto la punta morada como la papa manchada (o chip cebrá) han causado daños severos en la producción e industrialización de la papa desde la primera década del 2000, cuando fueron reportados.

Alrededor del 2013 se observaron por primera vez plantas esporádicas con síntomas de punta morada de la papa en el norte del Ecuador. Desde ahí el problema se ha incrementado y se ha dispersado hacia el sur a lo largo de la región interandina. La identificación de los patógenos involucrados no ha sido una tarea fácil. En el 2015, se reporta por primera vez la identificación molecular de *Candidatus Phytoplasma aurantifolia* (Caicedo et al. 2015), más tarde se reporta la presencia de otro fitoplasma perteneciente al grupo 16SrI y subgrupo F (Castillo et al. 2018). A fines del 2017 se reconoce por primera vez al psílido de la papa, *Bactericera cockerelli* (Šulc) (Hemiptera: Triozidae) en Ecuador (Castillo et al. 2019). En el 2020 se reporta la presencia de *Candidatus Liberibacter solanacearum* (CaLso) del haplotipo A en el cultivo de la papa y en psílicos (Caicedo et al. 2020), agente causal de la enfermedad llamada papa manchada. A mediados del presente año, se reporta la presencia de tres diferentes fitoplasmas en muestras de psílicos de Ecuador, del grupo 16SrX-B (*Candidatus Phytoplasma prunorum*), del grupo 16SrXI y del grupo 16SrXII-A (*Candidatus Phytoplasma solani*) (Castillo et al. 2021). El problema fitosanitario llamado punta morada es una interacción entre los patógenos y el psílido de la papa (*B. cockerelli*). Podría haber más insectos vectores involucrados, pero no han sido estudiados todavía.

El psílido de la papa es el insecto más perjudicial en el cultivo de solanáceas en Centro y Norteamérica y en Nueva Zelanda, donde ha sido reportado hasta ahora (<https://www.hemiptera-databases.org/psyllist>). En la actualidad es la plaga cuarentenaria más importante en todo el mundo, por la amenaza que constituye a la producción e industrialización de la papa a nivel global (<https://gd.eppo.int/taxon/PARZCO>; <https://www.cabi.org/isc/datasheet/45643>; Olaniyan et al. 2020). La identificación de *B. cockerelli* en el campo no es fácil, puede ser confundida por salones de hojas y de plantas (Cicadellidae o Cixiidae), además si no se sospecha de su presencia, lo cual sucedió en Ecuador, ya que no había sido reportado anteriormente en América del Sur. Se desconoce cuándo entró al país. Su población se hizo visible cuando se incrementó. Cabe mencionar que cuando se observó por primera vez el psílido en Ecuador, las poblaciones ya eran altas en varias zonas del país en las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha. En Ecuador se encuentra el haplotipo central de *B. cockerelli* (Castillo et al. 2019) el mismo reportado en Texas (USA) y en Centroamérica (Swisher et al. 2012, 2013). Una forma práctica de reconocer la presencia de *B. cockerelli* en el campo, es observar la presencia de los excrementos de los psílicos, los cuales son pequeñas bolitas blancas sólidas que se acumulan sobre las hojas. La observación directa de los adultos no es tan fácil ya que tienen la particularidad de saltar como pulgas y su camuflaje los hace imperceptibles, sin embargo, con el uso de trampas amarillas pegantes, se puede monitorear su arribo. La observación de ninfas es más fácil, se encuentran en el envés de las hojas inferiores de la planta. La probabilidad de

distinguir las oviposturas es mayor que observar adultos, que a pesar de tener el tamaño de aproximadamente de medio milímetro, se observan en los bordes de las hojas de los brotes apicales más jóvenes ya que son de color amarillo-anaranjado, como un grano de polen.

La punta morada de la papa puede producir pérdidas totales de los lotes afectados si no se toman acciones. En Ecuador, en los últimos dos años se redujo el área sembrada de papa en un 40%. El uso de insecticidas se multiplicó y los costos de producción aumentaron en un 20 a 25%. El uso indiscriminado de pesticidas conlleva a una contaminación del medio ambiente y de los productos agrícolas, así como el incremento del riesgo de la salud del agricultor y del consumidor. La reducción del área sembrada de este importante cultivo pone en riesgo la seguridad alimentaria de la población. La frontera agrícola está rebasando los bordes en las zonas altas de los Andes ecuatorianos ya que los agricultores, al tratar de evadir el problema de punta morada, están realizando siembras en zonas de páramo (sobre los 3500 msnm) donde se generan las fuentes de agua. De igual manera, este tipo de patógenos asociados a insectos vectores de alta movilidad, amenazan la diversidad de papas nativas y otras solanáceas cuyo centro de origen son las zonas andinas. Este problema fitosanitario ha causado alarma en la región.

### **Bibliografía**

- Caicedo J, Crizón M, Pozo A, Cevallos A, Simbaña L, Rivera L and Arahana V. 2015. First report of 'Candidatus Phytoplasma aurantifolia' (16SrII) associated with potato purple top in San Gabriel-Carchi, Ecuador. *New Disease Reports*, 32: 20.
- Castillo Carrillo C, Paltrinieri S, Buitrón J and Bertaccini A. 2018. Detection and molecular characterization of a 16SrI-F phytoplasma in potato showing purple top disease in Ecuador. *Australasian Plant Pathology*, 47: 311-315.
- Castillo Carrillo C, Fu Z and Burckhardt D. 2019. First record of the tomato potato psyllid *Bactericera cockerelli* from South America. *Bulletin of Insectology*, 72(1): 81-91.
- Castillo Carrillo, C., Satta, E., Feduzi, G., and Bertaccini, A. 2021. Molecular detection of phytoplasmas in potato psyllids in Ecuador. *Phytopathogenic Mollicutes* 11 (1), 51-58. doi: 10.5958/2249-4677.2021.00007.4
- Olaniyan, O., Rodríguez-Gasol, N., Cayla, N., Michaud, E., & Wratten, S. D. 2020. *Bactericera cockerelli* (Sulc), a potential threat to China's potato industry. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(2), 338-349.
- Swisher KD, Munyaneza J and Crosslin JM. 2012. High resolution melting analysis of the cytochrome oxidase I gene identifies three haplotypes of the potato psyllid in the United States. *Environmental Entomology*, 41(4): 1019-1028.
- Swisher, K. D., Arp, A. P., Bextine, B. R., Álvarez, E. A., Crosslin, J. M., & Munyaneza, J. E. 2013. Haplotyping the potato psyllid, *Bactericera cockerelli*, in Mexico and Central America. *Southwestern Entomologist*, 38(2), 201-208.

## **Insectos sociales y nutrición: El desafío de las hormigas en el consumo de proteínas y carbohidratos**

Lina Pedraza

Estudiante de Doctorado, Universidad de Ratisbona. limaria86@gmail.com

La nutrición puede ser definida como un proceso en el cual los seres vivos absorben los nutrientes necesarios vivir, según diferentes diccionarios. Su influencia en la vida de cada organismo es vital y por tanto determinante en muchos aspectos comportamentales y de historia natural. De hecho, los animales particularmente dependen de la eficacia en la ubicación de un recurso alimenticio asentándose normalmente muy cerca al alimento y el agua. La importancia de la nutrición parece no cambiar a lo largo de los distintos linajes de animales conocidos hoy en día. Sin embargo, su estudio ha estado principalmente enfocado a los mamíferos, incluyendo la especie humana, y a unos cuantos invertebrados. En el caso de los insectos los estudios se han visto limitados por mucho tiempo debido al tipo de alimento que usan y la fisiología de los consumidores (Leonhardt et al., 2020; Raubenheimer & Simpson, 2018; Simpson et al., 2015).

En insectos sociales la complejidad del estudio de la nutrición es aún mayor debido a la elaborada organización que existe dentro de una colonia. Se conoce bien, por un lado, que tan solo cerca del 10% de los individuos de una colonia son los encargados del forrajeo y la recolección del alimento gracias a la división de labor. Por otra parte, algunos individuos “intranidales” como las larvas o los reproductores dependen completamente del alimento que proveen los forrajeros a la colonia (Hölldobler & Wilson, 1990; Hölldobler & Wilson, 2009). Esta compleja organización en donde parte de la colonia asume tareas como defensa y forrajeo, otra parte alimentación y cuidado de huevos y larvas y unos pocos individuos están a cargo de la reproducción, hace que las necesidades nutricionales sean extremadamente diversas. Lo cual plantea múltiples desafíos para el forrajeo, por un lado, y por otro para el estudio de la nutrición en insectos sociales (Lihoreau et al., 2018; Poissonnier, 2018; Schwander et al., 2010).

Dentro de los insectos sociales, las hormigas pertenecientes a la familia Formicidae del orden Hymenoptera, representan un interesante modelo de estudio en el campo de la ecología nutricional. El éxito de este grupo de insectos se evidencia por ejemplo en que se encuentran presentes en casi todos los biomas terrestres de la tierra. Actualmente la nutrición en hormigas es un tema de altísimo interés en la comunidad científica debido, entre otras razones al emergente campo del marco de la geometría nutricional (NGF *Nutritional Geometric Framework*), y cada vez más investigaciones están siendo llevadas a cabo usando esta interesante herramienta (Csata & Dussutour, 2019; Dussutour et al., 2016; Dussutour & Simpson, 2009; Lihoreau et al., 2014; Simpson et al., 2010).

La teoría del marco de la geometría nutricional propuesta por Simpson y Raubenheimer en 1992 y revisada en su libro en el 2012, establece que el equilibrio de la energía proteica y no proteica ingerida por un organismo extiende la expectativa de vida útil y no la restricción calórica como se había establecido (Simpson & Raubenheimer, 2012). Esta teoría abrió un campo en la investigación de la ecología nutricional en el cual usualmente se comparan nutrientes como proteínas, carbohidratos y/o lípidos y cómo su consumo afecta diferentes aspectos de la historia natural de las especies en estudio. Un ejemplo, es que hoy en día conocemos que la transición en cuanto a necesidades nutricionales de carbohidratos y proteínas se da de afuera hacia adentro de la colonia en un gradiente nutricional respectivamente. Las forrajeras y hormigas encargadas de salir de la colonia son quienes necesitan más carbohidratos y menos proteínas como combustible para cumplir con sus labores. Por el contrario, los individuos intranidales como larvas y reinas que están en desarrollo o produciendo huevos necesitan lo opuesto, más proteínas que carbohidratos (Behmer, 2009; Crumière et al., 2020; Lihoreau et al., 2015; Raubenheimer & Simpson, 2018).

Estudios con diferentes especies de hormigas han demostrado que la regulación en el consumo de distintas proporciones de proteínas *versus* carbohidratos P:C minimizan los efectos de la alta toxicidad de dietas ricas con contenido proteínico. Las forrajeras de las hormigas en general priorizan los carbohidratos seleccionando proporciones P:C que contengan una mayor cantidad de este nutriente. Esto ha sido demostrado en especies como *Linepithema humile*, *Lasius niger*, *Ectatomma ruidum*, *solenopsis invicta*, *Odontomachus hastatus* y *Mycocepurus smithii* en estudios independientes (Arganda et al., 2014; Bazazi et al., 2016; Cook & Behemer, 2010; Cook et al, 2011; Dussutour et al., 2016; Dussutour & Simpson, 2012; Gutiérrez et al., 2020; Shik et al., 2016).

En la presente charla se van a presentar resultados de un estudio comparativo de siete especies pertenecientes a distintas subfamilias de hormigas: *Temnothorax crassispinus*, *Myrmica rubra* (Myrmicinae), *Ectatomma ruidum* (Ectatomminae), *Cataglyphis piliscapa*, *Lasius flavus* (Formicinae), *Tapinoma nigerrimum* (Dolichoderinae) y *Platythyrea punctata* (Ponerinae). Estas especies fueron seleccionadas, además de pertenecer a diferentes linajes dentro de la familia Formicidae, por ser divergentes en sus principales características de historia natural. El objetivo del estudio fue determinar la diferencia en la regulación del consumo de proteínas y carbohidratos en diferentes especies de hormigas. Las hormigas fueron aisladas en grupos de a cuatro y alimentadas con dietas variando las proporciones proteína a carbohidratos P:C 1:2, 1:25, 1:200. Los principales resultados evidenciaron el fuerte efecto en la longevidad del alto contenido de proteína en las dietas, en la mayoría de las especies. Sin embargo, en algunos casos el exceso de carbohidratos también resulto ser nocivo en cuanto a la supervivencia. En el caso de la fecundidad también se observó el efecto de la diferencia en el contenido de proteínas, encontrándose un sesgo en la producción de huevos en las dietas con un mayor contenido en proteínas. Estos resultados van a ser discutidos teniendo en cuenta aspectos como tamaño de la colonia, habilidad de poner huevos, contenido de lípidos y proteínas en las hormigas, entre otros.

## Bibliografía

- Arganda, S., Nicolis, S., Perochain, A., Pechabadens, C., Latil, G., & Dussutour, A. (2014). Collective choice in ants: The role of protein and carbohydrates ratios. *Journal of Insect Physiology*, 69(C), 19–26. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2014.04.002>
- Bazazi, S., Arganda, S., Moreau, M., Jeanson, R., & Dussutour, A. (2016). Responses to nutritional challenges in ant colonies. *Animal Behaviour*, 111, 235–249. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.10.021>
- Behmer, S. (2009). Animal behaviour: Feeding the superorganism. *Current Biology*, 19(9), 366–368. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.03.033>
- Cook, S., & Behemer, S. (2010). Macronutrient Regulation in the Tropical Terrestrial Ant *Ectatomma ruidum* (Formicidae): A Field Study in Costa Rica. *Biotropica*, 42(2), 135–139. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2009.00616.x>
- Cook, S., Eubanks, M., Gold, R., & Behemer, S. (2011). Seasonality directs contrasting food collection behavior and nutrient regulation strategies in ants. *PLoS ONE*, 6(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0025407>
- Crumière, A., Stephenson, C., Nagel, M., & Shik, J. (2020). Using nutritional geometry to explore how social insects navigate nutritional landscapes. *Insects*, 11(1), 1–14. <https://doi.org/10.3390/insects11010053>
- Csata, E., & Dussutour, A. (2019). Nutrient regulation in ants (Hymenoptera: Formicidae): A review. *Myrmecological News*, 29, 111–124. [https://doi.org/10.25849/myrmecol.news\\_029111](https://doi.org/10.25849/myrmecol.news_029111)

- Dussutour, A., Poissonnier, L., Buhl, J., & Simpson, S. (2016). Resistance to nutritional stress in ants: when being fat is advantageous. *Journal of Experimental Biology*, 219(6), 824–833. <https://doi.org/10.1242/jeb.136234>
- Dussutour, A., & Simpson, S. (2009). Communal Nutrition in Ants. *Current Biology*, 19(9), 740–744. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.03.015>
- Dussutour, A., & Simpson, S. (2012). Ant workers die young and colonies collapse when fed a high-protein diet. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1737), 2402–2408. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.0051>
- Hölldobler, B., & Wilson, E. (1990). *The ants*. Cambridge: Harvard university press.
- Hölldobler, B., & Wilson, E. (2009). *The Superorganism: The Beauty, Elegance, and Strangeness of Insect Societies*. WW Norton & Company.
- Leonhardt, S., Lihoreau, M., & Spaethe, J. (2020). Mechanisms of nutritional resource exploitation by insects. *Insects*, 11(9), 1–5. <https://doi.org/10.3390/insects11090570>
- Lihoreau, M., Buhl, J., Charleston, M., Sword, G., Raubenheimer, D., & Simpson, S. (2014). Modelling nutrition across organizational levels: From individuals to superorganisms. *Journal of Insect Physiology*, 69(C), 2–11. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2014.03.004>
- Lihoreau, M., Buhl, J., Charleston, M., Sword, G., Raubenheimer, D., & Simpson, S. (2015). Nutritional ecology beyond the individual: A conceptual framework for integrating nutrition and social interactions. *Ecology Letters*, 18(3), 273–286. <https://doi.org/10.1111/ele.12406>
- Lihoreau, M., Gómez-Moracho, T., Pasquaretta, C., Costa, J., & Buhl, J. (2018). Social nutrition: An emerging field in insect science. *Current Opinion in Insect Science*, 28, 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.05.003>
- Poissonnier, L. (2018). *Nutritional ecology in social insects*. (July), 1–170.
- Raubenheimer, D., & Simpson, S. (2018). Nutritional ecology and foraging theory. *Current Opinion in Insect Science*, 27, 38–45. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.02.002>
- Schwander, T., Lo, N., Beekman, M., Oldroyd, B., & Keller, L. (2010). Nature versus nurture in social insect caste differentiation. *Trends in Ecology and Evolution*, 25(5), 275–282. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.12.001>
- Shik, J., Gomez, E., Kooij, P., Santos, J., Wcislo, W., & Boomsma, J. (2016). Nutrition mediates the expression of cultivar–farmer conflict in a fungus-growing ant. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(36), 10121–10126. <https://doi.org/10.1073/pnas.1606128113>
- Simpson, S., Clissold, F., Lihoreau, M., Ponton, F., Wilder, S., & Raubenheimer, D. (2015). Recent advances in the integrative nutrition of arthropods. *Annual Review of Entomology*, 60, 293–311. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010814-020917>
- Simpson, S., & Raubenheimer, D. (2012). *The Nature of nutrition - A unifying framework from animal adaptation to human obesity*. Princeton University Press.
- Simpson, S., Raubenheimer, D., Charleston, M., & Clissold, F. (2010). Modelling nutritional interactions: From individuals to communities. *Trends in Ecology and Evolution*, 25(1), 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.06.012>

## **Estado actual e importancia de la producción de insectos comestibles en Colombia y el mundo**

Diego Cruz Fagua

Se estima que la población mundial alcance los 9.500 millones de personas en el año 2050. Este incremento llevará a su vez a un aumento en los niveles de consumo de alimentos, generando así mayores residuos orgánicos e incrementando el consumo de dietas ricas en proteína. Con este panorama es difícil imaginar cómo el mundo podrá hacer frente a estas problemáticas sin afectar el medioambiente, teniendo en cuenta que actualmente los desperdicios de alimentos representan el 6% y la producción ganadera el 14% del total de emisiones de gases de efecto invernadero y la producción de carne es uno de los principales responsables de la deforestación y pérdida de biodiversidad a nivel mundial.

Por lo tanto, si no se comienza a hacer una reducción del consumo global y local de carne, el acuerdo de París para mantener el calentamiento global por debajo de los 1.5 °C y la meta del gobierno actual de reducir en un 51% las emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2030, se convertirá en un compromiso irrealizable

Para hacer frente a estas problemáticas tomadores de decisiones provenientes de la academia, el sector privado y políticos han visto en la bioeconomía una solución para enfrentar estos retos, es así como desde el año 2008 La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) viene fomentando el consumo de insectos como una solución para asegurar el presente y futuro de la seguridad alimentaria de fuentes de proteína animal, aunque inicialmente, esta propuesta no fue bien recibida, debido a que en occidente el consumo de insectos no es común, no fue sino hasta el año 2013 que con el reporte *Edible insects future prospects for Food and Feed Security* que el interés por los insectos comestible despegó y esto se vio reflejado en que este documento se convirtió en el más descargado de la página de la FAO con 7 millones de descargas y también en un incremento del interés científico en donde la publicación de artículos relacionado a este tema ha venido creciendo de manera exponencial.

Cabe destacar que la mayoría de las publicaciones científicas al respecto han venido siendo publicadas por universidades de Europa lideradas por Países Bajos y Bélgica, aunque países como Alemania, Italia, Estados Unidos y Reino Unido también han tenido un aporte importante en aumentar el conocimiento de los insectos comestibles. En el caso de Colombia son muy pocas las investigaciones al respecto.

Dentro de las temáticas más importantes que se han venido trabajando durante los últimos 4 años se encuentran el estudio de las propiedades nutricionales y fisicoquímicas de los insectos, así como el estudio de estrategias para mejorar su aceptabilidad y consumo en Europa, siendo la revista *Journal of Insects as Food and Feed* donde se han venido publicando la mayoría de estos estudios.

Haciendo uso de la herramienta bibliometrix, la mayoría de las colaboraciones en investigaciones relacionadas a los insectos comestibles entre países están entre Estados Unidos y países de Europa (Países Bajos y Bélgica) y China, mientras que países de Europa como Finlandia, Noruega, Bélgica, Países Bajos y Alemania tiene una fuerte relación con países como Kenia, Nigeria y Camerún. En el caso de Latinoamérica Brasil, Argentina y México son los que más han trabajado en conjunto, pero en una proporción mucho más baja que los países de Europa.

El interés por convertir a los insectos comestibles en una parte esencial de la dieta se ha visto más reflejado en la Unión Europea en donde actualmente hay programas de investigación que superan los 10 billones de pesos colombianos entre los que se pueden destacar CoRoSect, SUSINCHAIN y ValuSect los cuales buscan despejar los escollos que impiden ampliar la cadena de valor de los insectos comestibles en Europa y para ello se trabajara de manera conjunta entre empresas y centros de investigación en procesos de automatización y robotización de la producción, desarrollo de productos para la alimentación humana y animal, optimización de procesos, sistemas de calidad, estrategias de comercialización y aceptación entre otras.

Respecto al tamaño de mercado de los insectos, se estima que llegara a los USD 1,6 billones para el año 2026 y USD 8 billones para el año 2030, con una producción estimada de 500.000 toneladas para ese mismo año.

Dentro de las empresas más representativas en el campo de la producción de insectos comestibles se pueden citar Ynsect (Francia), InnovaFeed (Francia), Agriprotein (UK), Protix (países Bajos), NextProtein (Francia) y Aspire Food Group (Estados Unidos) quienes han recibido inversiones superiores a los USD 1.5 billones durante los últimos 3 años. Así mismo, se ha estimado que hay aproximadamente 200 empresas a nivel mundial que están comercializando productos basados en insectos comestibles entre los que se encuentran panes, salsas, pastas, hamburguesas, barras energéticas, batidos, bebidas, snacks, galletas, entre muchos otros. También en el mercado de la alimentación animal además de comercializarse las harinas de insectos como sustitutos de las harinas de pescado y soya para peces y aves se han desarrollados alimentos completos y snacks para animales de compañía.

El uso de insectos en la alimentación humana va más allá de ser un ingrediente proteico sino que también tienen potencial bioeconómico para el desarrollo de cosméticos, antibióticos y alimentos funcionales y nutraceúticos debido a la presencia de compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes, antihipertensivos, antidiabéticos, antiinflamatorios, antimicrobianos e incluso se ha sugerido que algunos péptidos bioactivos presentes en los insectos comestibles tienen potencial para inhibir la entrada del SARS-CoV-2 en las células.

Una de las propuestas de valor más importantes de los insectos para el consumo humano y animal es que pueden llegar a utilizar residuos orgánicos como sustratos de alimentación, convirtiéndose en una propuesta de economía circular. Un ejemplo de ellos es Agriprotein quienes puede llegar procesar 250 toneladas de residuos orgánicos cada día obteniendo 5.000 toneladas de harina de mosca, 2.000 toneladas de aceite y 20.000 toneladas de fertilizante.

Un punto importante para tener en cuenta es que el uso de los insectos comestibles descrito anteriormente está basado en alrededor de 5 especies, por lo tanto, teniendo en cuenta que Colombia tiene alrededor de 12.000 especies descritas y se ha estimado que el número se puede acercar a las 320.000 especies, el potencial de Colombia en este mercado es enorme.

En Colombia se tiene registro únicamente de la empresa ArthroFood como productora de insectos comestibles, sin embargo, se viene adelantando por parte de la Universidad Nacional la creación de la red de productores de insectos con 20 productores ubicados principalmente en el centro del país, en donde se ha identificado que dos de los principales retos están relacionados al conocimiento técnico y los requerimientos legales establecidos en la Ley 611 de 2000, el Decreto 2820 de 2010 y la Resolución 1317 de 2000 del Ministerio del Medio Ambiente donde se dictan las normativas relacionadas a la puesta en marcha de los zocriadero en Colombia.

**Biografía:** Diego Cruz Fagua es biólogo de la Pontificia Universidad Javeriana, con maestría y doctorado de la Universidad de Lleida, España con énfasis en comportamiento, electrofisiología y cría de insectos y con dos investigaciones posdoctorales en la producción y uso de insectos para la alimentación humana y animal. Actualmente es investigador asociado de La Universidad de La Sabana y Cofundador de la empresa ArthroFood.

## **Genómica mitocondrial de hexápoda y arañas: evolución diferencial y convergencias evolutivas**

Carlos Fernando Prada Quiroga

Grupo de investigación de ecología y biología de artrópodos. Facultad de Ciencias. Universidad del Tolima. Correo electrónico: cfpradaq@ut.edu.co

### Resumen

La superclase Hexapoda (insectos en el sentido más amplio, es decir, incluyendo los órdenes entognatos) se consideran el grupo más abundante de organismos en la tierra; con al menos 5 millones de especies descritas; grupo de organismos de gran importancia ecológica, económica y médica. De igual forma, las arañas son los depredadores terrestres más abundantes y megadiversos del planeta; actuando como controladores de la población de insectos y otros organismos, cumpliendo un papel esencial para el mantenimiento del equilibrio natural.

Las secuencias de ADN mitocondrial son consideradas una herramienta complementaria a la taxonomía clásica y son utilizadas en la caracterización de especies morfológicamente similares o de nuevas especies. Debido al avance tecnológico, miles de genomas mitocondriales ha sido secuenciados; los cuales se encuentran disponibles en bases de datos de libre acceso. Caracterización molecular tanto los genes individuales como el genoma mitocondrial completo se han utilizado para el análisis morfológico, embriológico y de sistemática molecular, la genética de poblaciones, filogeografía, el diagnóstico y los estudios de biología evolutiva. A pesar de su importancia, la secuenciación de genomas mitocondriales se ha concentrado en determinados órdenes taxonómicos de importancia económica o sanitaria.

La evolución del genoma mitocondrial en la clase insecta ha sido objeto de varios estudios genéticos y evolutivos en las últimas décadas. Existen en la literatura estudios genómicos comparativos realizados en determinados grupos taxonómicos de insectos, analizando algunas familias o incluso todo un orden específico. Recientemente, en nuestro grupo de investigación, utilizando una combinación de métodos bioinformáticos para examinar cuidadosamente los reordenamientos de los genes mitocondriales en cerca de 1200 especies de la superclase Hexápoda pertenecientes a 32 órdenes taxonómicos, ha determinado que existe una gran variación en la tasa de reordenamiento por gen y por orden taxonómico. Tanto en Hexápoda como en arañas, se han identificado que los genes de tRNA son más propensos a sufrir eventos de reorganización como traslocaciones, inversiones o deleciones génicas; en comparación con los genes codificantes mitocondriales. Adicionalmente, análisis bioinformáticos han detectado una importante tasa de error de anotación génica en Hexápoda, con una tasa de error del 5,5%; lo que indica que el 9% de los genomas mitocondriales tienen al menos un gen mal anotado. Teniendo en cuenta que cientos de análisis moleculares son basados en secuencias de genes mitocondriales, los errores de anotación génica en genomas disponibles en bases de datos generarían serias consecuencias en dichos análisis.

De igual forma, estos estudios han permitido identificar una evolución diferencial dentro y entre órdenes taxonómicos; en donde se observa una mayor tasa de reorganización génica en Phthiraptera, Thysanoptera, Protura y Hymenoptera, en comparación con otros órdenes taxonómicos que conservan el orden ancestral de insectos, previamente planteado. Por otro lado, estudios previos reportan un número reducido de genomas mitocondriales en arañas. El reciente incremento de secuencias de otras

familias taxonómicas, han permitido determinar la dinámica evolutiva del genoma mitocondrial de este importante grupo de especies; siendo relativamente más conservado en termino de reorganizaciones génicas, comparándolo con los insectos. Por ejemplo, todas las especies del infraorden Entelegynae comparten un mismo orden génico el cual difiere de las Haplogynae y Mygalomorphae por una sola translocación de gen trnI.

Los eventos de evolución convergente de genomas mitocondriales completos de los insectos sólo se han registrado entre los órdenes Lepidoptera e Hymenoptera. Sin embargo, recientes resultados indican que este tipo de convergencias evolutivas son mas frecuentes de las observadas; identificándose hasta 24 eventos de convergencia en el orden génico entre diferentes órdenes taxonómicos, la mayoría de ellos no reportados previamente; lo que demuestra la gran dinámica evolutiva dentro de Hexápoda. Aunque La evolución convergente de caracteres genéticos en poblaciones independientes que habitan ambientes similares, estaría relacionados con la selección natural; no esta claro como estas convergencias en el orden génico mitocondrial puedan ser asociadas a procesos adaptativos.

## RESUMENES SIMPOSIOS SOCOLEN 2021

### SIMPOSIO 1. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y BIOINDICACIÓN

#### **Alteraciones ambientales y sus efectos sobre la biodiversidad acuática en la Amazonia brasileña**

Leandro Juen

Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará - UFPA

La Amazonía comprende un área de más de 7.000.00 Km<sup>2</sup>, que abarca nueve países y en Brasil corresponde al 60% de todo el territorio nacional, siendo una de las mayores reservas de agua dulce, formada por diferentes tipos de ambientes como arroyos, lagos y grandes ríos, que son entornos muy importantes para la biodiversidad existente. La biodiversidad acuática del Amazonas es una de las más ricas del mundo, con una grande cantidad de especies endémicas. El mantenimiento de esta biodiversidad garantiza una importante fuente de recursos, pero también es fundamental para el control hídrico y climático del planeta. Muchos recursos naturales se han utilizado para satisfacer las necesidades humanas, entre ellas: la producción de energía hidroeléctrica, la explotación de la madera y la producción agrícola, actividades que en la mayoría de los casos provocan la modificación de las condiciones ambientales naturales. Estas alteraciones no son recientes y fueron estimuladas por el propio Gobierno Federal, con el objetivo de incentivar la colonización del área. Sin embargo, las tierras donadas sólo serían considerados propias si desmontaban el 50% del bosque existente. No obstante, esta política de devastación persiste hasta hoy y se ha intensificado con la apertura de nuevas carreteras y la llegada de infraestructuras, cuyas consecuencias son la fragmentación del hábitat, el daño al suelo, el aumento de la vulnerabilidad a los incendios y alteraciones en la biodiversidad (Pelicice & Castello, 2021). Estos efectos son más intensos en los pequeños arroyos, que están intrínsecamente ligados a la cuenca de drenaje y dependen directamente del material alóctono que es proporcionado por la vegetación ribereña. Este tipo de vegetación también actúa como barrera física contra los impactos y suaviza las condiciones ambientales, como el aumento de la temperatura, la entrada de sedimentos y contaminantes en los arroyos. La eliminación de la vegetación ribereña altera las relaciones tróficas dentro de los arroyos, aumenta la sedimentación y la erosión de las orillas, así como también altera el sustrato, que es un componente importante para la biodiversidad acuática (Juen et al., 2016). Una de las formas de estudiar estas modificaciones es considerando los hábitats dentro de categorías ambientales, comparando los ambientes alterados y los preservados. En este contexto, una forma interesante de evaluar estas alteraciones de forma continua es a través de gradientes ambientales, utilizando porcentajes de uso del suelo o índices de integridad creados para cuantificar los impactos ambientales que pueden ser herramientas muy útiles para ampliar nuestra comprensión de los sistemas acuáticos (Brasil et al., 2020). A pesar del aumento de los estudios con este enfoque, todavía tenemos algunos problemas o vacíos que impiden o dificultan el avance de los estudios en la Amazonía, como los déficits Linnelianos, Wallaceanos, Prestonianos y Hutchisonianos. La Amazonía aún presenta una gran diversidad por describir, trabajar con resoluciones taxonómicas más altas o con organismos que tienen un conocimiento mejor establecido puede ser una buena estrategia para intentar reducir los problemas derivados de estas deficiencias. Otro punto importante para destacar es que, desafortunadamente, el conocimiento de la biodiversidad sigue siendo mayor en las zonas cercanas a los grandes centros de investigación o en las zonas de fácil acceso. Una de las posibilidades para reducir estos problemas de concentración del esfuerzo de muestreo es utilizar las técnicas de modelaje de la distribución espacial de las especies y así identificar los lugares de interés que deben ser mejor estudiados (Brasil et al., 2021). Hay varios factores que pueden afectar la

distribución de la biodiversidad: factores locales, como la anchura y la profundidad de los medios acuáticos, variables físicas y químicas y, en particular, variables relacionadas con la integridad del medio ambiente y la preservación de los bosques ribereños. Debido a la escala continental del bioma, los factores biogeográficos también afectan a la distribución de las especies. Las comunidades acuáticas son muy sensibles y responden a los cambios ambientales de diversas maneras, lo que puede dar lugar a modificaciones morfológicas, a la disminución de la abundancia y la riqueza de especies y a cambios en la composición de los ensamblajes. Debido a esta gran variación, la presencia o ausencia de una especie en un entorno determinado permite utilizarla como especie bioindicadora de la calidad ambiental (Oliveira-Júnior et al., 2015). Enfoques relativamente recientes, como la diversidad morfológica, la diversidad funcional y el estrés oxidativo, también han demostrado ser eficaces para detectar cambios en la biodiversidad acuática. En la actualidad, nuestra investigación se ha enfocado en evaluar los efectos que generan diferentes usos del suelo, como la agricultura de ciclo largo (plantación de palma de aceite), los pastizales, la tala, la minería, la agricultura de ciclo corto (soja) y la urbanización, sobre la biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos. Nuestros resultados indican que la urbanización y la tala convencional son las formas de uso del suelo más perjudiciales para la biodiversidad acuática en la Amazonia. A pesar del actual avance en el conocimiento, aún quedan muchas preguntas por responder y un asunto que preocupa mucho es que muchas unidades de conservación son creadas considerando únicamente los requisitos de las especies terrestres, olvidando por completo los requisitos de la biota acuática. Por ello, la eficacia de estas zonas en la conservación de la biodiversidad acuática suele ser muy baja (Leal et al., 2021). Por lo tanto, uno de los retos de los investigadores que trabajan en este ecosistema es incentivar a las agencias medioambientales y a los responsables de la toma de decisiones, a que también incluyan los datos de la biodiversidad acuática en este tipo de acciones de conservación. En la Amazonía brasileña, dentro de las Unidades Federales de Conservación, se está llevando a cabo un monitoreo participativo por parte de los habitantes ribereños, utilizando el índice de proporción entre la presencia de Anisoptera y Zygoptera en un lugar determinado (Oliveira-Júnior & Juen, 2019). Las acciones conjuntas con la población, la divulgación científica y la ciencia ciudadana son imprescindibles para conseguir o reducir los problemas que se presentan (Brasil et al 2019). Nuestro grupo de investigación ha estado trabajando para reducir las brechas de conocimiento en la Amazonía. Para ello, estamos seleccionando áreas que tienen una alta diversidad prevista y un bajo esfuerzo de muestreo para aumentar el conocimiento de la zona. También estamos trabajando en la recopilación de información bibliográfica sobre la distribución de las especies y sus atributos o rasgos funcionales para poder reducir algunas deficiencias existentes en estos lugares. Asimismo, también pretendemos evaluar la eficacia de nuestras metodologías de muestreo y, por tanto, simplificar los protocolos para facilitar su uso, especialmente por parte de las personas que desconocen el tema. Sólo con la suma de nuestros esfuerzos es que podremos avanzar en el conocimiento de los impactos de las actividades humanas sobre la biodiversidad, especialmente la acuática.

## **Bibliografía**

Brasil, L.S.; Andrade, A.; Ribeiro, B.; Spigoloni, Z.; Juen, L.; De Marco, P. 2021. A niche-based gap analysis for the conservation of species in the Brazilian Amazon. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 31: 1150-1157. <https://doi.org/10.1002/aqc.35998>

Brasil, L.S., de Lima, E.L., Spigoloni, Z.A., Ribeiro-Brasil, D.R.G., Juen, L., 2020. The habitat integrity index and aquatic insect communities in tropical streams: A meta-analysis. *Ecological Indicators*. 116, 106495. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106495>.

Brasil, L.S., Dantas, D.D.F., Polaz, C.N.M., Raseira, M.B., Juen, L. 2019. Monitoreo participativo de igarapés en Unidades de Conservación de la Amazonía brasileña utilizando Odonata. *Hetaerina*, 2(1), 8-13. Available in: <http://www.odonatasol.org/wp>

content/uploads/2020/02/Hetaerina\_Volumen\_2\_N%C3%BAmero\_1\_A%C3%B1o\_2020\_Espa%C3%B1ol\_LQ.pdf.

Juen, L., Cunha, E.J., Carvalho, F.G., Ferreira, M.C., Begot, T.O., Andrade, A.L., Shimano, Y., Leão, H., Pompeu, P.S., Montag, L.F.A., 2016. Effects of oil palm plantations on the habitat structure and biota of streams in Eastern Amazon. *River Research and Applications*. 32, 2081–2094. <https://doi.org/10.1002/rra.3050>.

Leal, C. G., Lennox, G. D., Ferraz, S. F. B., Ferreira, J., Gardner, T. A., Thomson, J. R., ... Barlow, J. (2020). Integrated terrestrial–freshwater planning doubles conservation of tropical aquatic species. *Science*, 370, 117–121. <https://doi.org/10.1126/science.aba7580>

Oliveira-Junior, J.M.B., Juen, L., 2019. The Zygoptera/Anisoptera Ratio (Insecta: Odonata): a New Tool for Habitat Alterations Assessment in Amazonian Streams. *Neotropical Entomology* 48: 552-560. <https://doi.org/10.1007/s13744-019-00672-x>

Oliveira-Junior, J.M.B., Shimano, Y., Gardner, T.A., Hughes, R.M., De Marco, P., Juen, L., 2015. Neotropical dragonflies (Insecta: Odonata) as indicators of ecological condition of small streams in the eastern Amazon. *Austral Ecology* 40 (6): 733–744. <https://doi.org/10.1111/aec.12242>.

Pelicice F.M., Castello L. A. 2021. A political tsunami hits Amazon conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 31: 1221–1229. <https://doi.org/10.1002/aqc.3565>

## Macroinvertebrados acuáticos en Chile y su uso en el bioestablecimiento

Pablo Fierro

Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Universidad Austral de Chile, Independencia 631, Valdivia, Chile. E-mail: pablo.fierro@uach.cl

Los macroinvertebrados bentónicos han sido ampliamente utilizados como indicadores ecológicos para establecer el impacto de las perturbaciones humanas alrededor de todo el mundo. En Chile, las regulaciones ambientales no requieren el uso de indicadores biológicos para el establecimiento ecológico de los ríos, sin embargo, en recientes años diversos indicadores utilizando macroinvertebrados se han desarrollado. Estos indicadores pueden agruparse dentro de tres grandes grupos: índices bióticos, métodos multivariados e índices multimétricos. Dentro de los índices bióticos destacan el Índice Biótico de Familias de Hilsenhoff adaptado por Figueroa y colaboradores en 2003. Entre los índices multimétricos destaca el desarrollado por Fierro y colaboradores en 2018 para ríos de la ecoregión mediterránea de Chile. Mientras que numerosos manuscritos científicos han utilizado métodos multivariados dentro de sus análisis.

A pesar del desarrollo de estos trabajos por parte de la comunidad científica, la calidad del agua en Chile tradicionalmente ha sido evaluada a través de parámetros fisicoquímicos, utilizando los indicadores biológicos como complementos, pero no legamente requeridos. Esta falta en la regulación puede provocar que la estandarización de métodos por parte de consultoras ambientales y manejadores ambientales, conduzcan a errores e inconsistencias en la diagnosis de la calidad ambiental. Por ejemplo, algunos indicadores biológicos creados en una ecoregión son usados por consultores ambientales en otras ecoregiones de Chile, sin una previa estandarización. Otro ejemplo es el caso del Índice Biótico de Familias que ha sido creado para evaluar la contaminación orgánica en ríos, pero el cual ha sido utilizado para evaluar la calidad de las aguas sujetas a otros contaminantes, como desechos mineros.

Por otro lado, los cambios naturales estacionales, incluyendo cambios en la temperatura del agua, luz y caudal influyen la estructura del ensamble de macroinvertebrados. Por lo que, si estos cambios no son bien entendidos, ellos pueden ser confundidos con efectos asociados a estresores antropogénicos. Es así como en esta conferencia se muestra la historia de los índices ecológicos en Chile, utilizando los macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos, mostrando la creación y adaptación de todos los índices en ecosistemas lóticos y lénticos. Además, se expondrá un caso de estudio en un río de referencia del centro sur de Chile mostrando como los valores de los índices pueden variar naturalmente a través de un año, lo que tiene implicancias en la interpretación de la evaluación de la calidad del agua. Parte de los datos aquí presentados han sido financiados por el proyecto FONDECYT 11190631.

**Palabras claves:** Biomonitorio, índices ecológicos, índices bióticos, índices multimétricos, macroinvertebrados.

## **SIMPOSIO 2. “CONTROL BIOLÓGICO POR CONSERVACIÓN COMO PIEZA CLAVE DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN LA AGRICULTURA”**

**Organizador:** Leonardo Fabio Rivera-Pedroza, entomólogo PhD. Centro de investigación de la caña de azúcar– Cenicafsa.

### **Resumen**

El control biológico por conservación se ha usado para revertir efectos nocivos de las prácticas intensivas en la agricultura y como estrategia complementaria del manejo integrado de plagas en cultivos. Un concepto fundamental de esta estrategia, es fomentar el establecimiento y permanencia de hábitats benéficos para compensar la reducción general en la calidad y diversidad de hábitats en el paisaje agrícola, mostrando resultados favorables. Sin embargo, hace falta mayor investigación en aspectos como la ecología de los enemigos naturales, la escala espacial del alcance de estas intervenciones y el efecto sobre las poblaciones de controladores nativos a nivel local.

**Palabras clave:** manejo del hábitat, fauna benéfica, diversificación.

## **Determinantes locales y del paisaje para el control biológico de plagas en sistemas agrícolas**

Ricardo Perez-Alvarez<sup>1</sup> y Katja Poveda<sup>2</sup> (Estados Unidos)

<sup>1</sup> Zoological Biodiversity, Institute of Geobotany, Leibniz University of Hannover, Hannover, 30167 Germany.

<sup>2</sup> Department of Entomology, Cornell University, Ithaca, New York, 14853 USA.

La agricultura moderna es fundamental para nuestra supervivencia como especie, pero también es una de las principales causas de la degradación ambiental. El sector agroindustrial genera una tercera parte de los gases de efecto invernadero, y consume un 70% del agua dulce disponible. La expansión de la frontera agrícola (i.e., cambios en el uso del suelo) asociada a las actividades agropecuarias, genera una acelerada pérdida de la biodiversidad a escala global, con consecuencias equiparables a las producidas por la crisis climática. Esto pone de relieve la urgente necesidad de avanzar hacia modelos de agricultura sostenible que logren conciliar la producción de alimentos a gran escala, con la conservación del capital natural y la promoción de los servicios ecosistémicos.

La agroindustria depende del uso de insecticidas sintéticos como única estrategia de control de plagas. Disminuir su uso es fundamental por tres razones: primero, porque a pesar de que los gastos en insecticidas en el mundo superan los 58 billones de dólares anuales, las plagas destruyen entre un 20% y un 40% de la producción anual potencial. El uso indiscriminado del control químico compromete no sólo la viabilidad económica de los sistemas agrícolas, también tiene efectos indeseables sobre la salud humana y el medio ambiente. Segundo, porque la demanda de alimentos sanos y seguros crece, y se necesitan soluciones creativas que permitan aumentar la producción agrícola, a fin de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras. En tercer lugar, porque la disponibilidad de principios activos que controlen eficientemente las plagas es cada vez más limitada, debido a la resistencia que las plagas desarrollan a los insecticidas, y a la promulgación de marcos legislativos más exigentes, que restringen el uso de ciertos compuestos.

Para enfrentar estos desafíos, se requieren nuevos enfoques frente al manejo de plagas con base ecológica, que permitan maximizar los beneficios de la biodiversidad. Uno de estos enfoques es el control biológico, definido como el uso de organismos para suprimir la densidad de población o el impacto de un organismo plaga específico, haciéndolo menos abundante de lo que sería si no se usaran dichos organismos.

El control biológico es un campo de investigación muy activo tanto a nivel nacional como internacional. Este trabajo hace un valioso aporte, al estudiar las interacciones entre los insectos herbívoros y sus enemigos naturales, y las formas en que la biodiversidad contribuye al diseño de agroecosistemas estables.

Este simposio proporciona algunas claves que pueden guiar la implementación de prácticas agrícolas para promover el control biológico y la conservación en paisajes rurales. Aunque fue desarrollado en cultivos de repollo y papa en granjas de los Estados Unidos, los principios ecológicos que rigen las dinámicas y patrones espaciales son compartidos por otras geografías y sistemas de cultivo.

Esperamos que este trabajo sirva de referente para otros investigadores en Colombia que busquen implementar estrategias de manejo de plagas basadas en el uso sostenible de la biodiversidad.

## **Control biológico conservativo de plagas del cultivo de café**

Madelaine Venzon (Brazil)

Pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), área de controle biológico de pragas

Las plantas de café hospedan varias especies de herbívoros, pero sólo algunas son consideradas plagas. Las plagas clave del cultivo de café son el minador de hojas del café *Leucoptera coffeella* y la broca de café *Hypothenemus hampei*. Sin embargo, en algunas regiones o bajo condiciones específicas, especies de ácaros y escamas también pueden causarle daños al café. Por otra parte, el cultivo de café naturalmente alberga una gran diversidad de especies de enemigos naturales como avispa predadoras y parasitoides, crisopas, hormigas, mariquitas, ácaros predadores y entomopatógenos. Estrategias de conservación de tales enemigos naturales aptas para el cultivo de café pueden ser adoptadas por los agricultores, basadas en la diversificación de las plantas para mejorar la provisión de recursos para los enemigos naturales, como néctar, polen, refugio, condiciones microclimáticas y sitios de oviposición. Entre las estrategias de control biológico conservativo factibles están la agroforestería, el uso de cultivos de coberturas, y el manejo de plantas no cultivadas. Árboles con nectarios extraflorales asociados al cultivo de café y cultivos de cobertura seleccionados intercalados con las plantas de café reducen las poblaciones de plagas al aumentar las poblaciones de enemigos naturales. El mecanismo involucrado será explicado, así como otras estrategias para el control biológico de plagas del cultivo de café.

## **Servicios ecosistémicos anexos al control biológico por conservación en el valle del río Cauca**

Leonardo Rivera-Pedroza (Colombia)

Entomólogo (Programa Variedades), Centro de investigación de la caña de azúcar– Cenicaña

El manejo intensivo y extensivo de la agricultura industrial ha transformando paisajes con alta diversidad biológica en paisajes homogéneos, donde se promueven pocas especies y se excluye una gran diversidad de especies nativas. Ese evento también disminuye la diversidad de los hábitats locales y, en consecuencia, disminuyen muchos bienes y servicios ecosistémicos que estos prestan. Un claro ejemplo es la desaparición de ciertos reguladores que hacen parte del ecosistema y el incremento de plagas las agrícolas, cuyo ataque que se vuelve más intenso y grave sobre los cultivos en la medida en que más fuerte es la modificación de las comunidades naturales.

Esta pérdida de biodiversidad y sus efectos negativos sobre la producción, podrían ser mitigados con prácticas de control biológico por conservación. Esta forma de control se realiza conservando la vegetación natural aledaña a los cultivos comerciales, brindando recursos a los enemigos naturales de las plagas (recursos alimenticios alternativos, presas u hospederos, y sitios de oviposición o refugio), disminuyendo así la abundancia de especies indeseables dentro de los sistemas productivos. Adicionalmente, busca disminuir la dependencia a cualquier insumo, buscando el control de plagas a partir del trabajo con la naturaleza.

La industria azucarera colombiana, desde hace varias décadas, tiene enfocados sus objetivos en el desarrollo de cultivos sostenibles, con un eslabón clave en el esquema de control biológico de plagas usados, el cual ha involucrado una amplia investigación a nivel de laboratorio y campo. Para el caso de los barrenadores *Diatraea*, principal plaga de la caña de azúcar en las Américas, el control biológico se lleva a cabo por medio de enemigos naturales, los cuales son cultivados en laboratorios de casas productoras y posteriormente liberados en los cultivos. Esta práctica les ha permitido a los agricultores una baja utilización de agroquímicos para su manejo.

Además de limitar las aplicaciones de plaguicidas, el control biológico por conservación exhibe beneficios adicionales que no siempre son tomados en cuenta. La conservación de la fauna y flora benéficas, los recursos de soporte en suelo y agua, los múltiples recursos de las coberturas naturales que pueden ser aprovechables y otros beneficios sobre la producción y la rentabilidad, podrían ser estandartes relevantes que impulsen cada vez más la sostenibilidad del cultivo de caña de azúcar en el agroecosistema del valle del río Cauca.

## **SIMPOSIO 3. NOVEDADES EN MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS**

### **Tecnologías para detección de plagas en árboles y gestión de riego**

Mario Paul Camacho Rodríguez

Ingeniero electrónico, especialista en automatización industrial

Gerente general TAMPAC Tecnología en automatización

pacamac@gmail.com

Los sistemas de control de plagas y la gestión de riego, hoy por hoy hacen que la tecnología empleada sea cada vez más exigente, la inmediatez en la información para lograr una correcta detección, análisis y alertas nos permitirán actuar de manera oportuna y anticipada para el control y manejo de las plagas en nuestros cultivos con un uso eficiente del manejo del agua. Por lo tanto, mi objetivo es presentar tres tecnologías que cumplen con esta necesidad, sin separarnos de nuestro principal objetivo en común, una agricultura sostenible, la cual se logrará con:

- Seguridad alimentaria, sin infestaciones de plagas y empleo de agua consiente.
- Reduciendo agua y pesticidas, con detección temprana y un buen manejo del recurso hídrico.
- Responsabilidad de consumo y producción, evitando la pérdida de alimentos y realizando una gestión de riego óptima.
- Reduciendo el calentamiento global, al salvar arboles bien regados y sin plagas.

Las tres tecnologías que se discutirán son:

- 1) El IoTree: es un sistema de detección de plagas para arboles basado en un sensor sísmico inalámbrico inteligente de bajo consumo de energía, el cual monitorea las muy bajas vibraciones del movimiento de las plagas al permanecer en los árboles.
- 2) El IoTrap: es un sistema para el control de moscas, que presenta en tiempo real la cantidad de moscas atrapadas y su ubicación a través de una aplicación de celular.
- 3) El Drill & Drop: es un sistema para monitorear la humedad del suelo y gestionar el riego de forma eficiente evitando la propagación de plagas.

Palabras claves: Agricultura sostenible, Internet de las cosas, gestión de riego.

## SIMPOSIO 4. LA ECOLOGÍA QUÍMICA EN EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

### Impacto Ecológico del Áfido Gigante de los Sauces en Nueva Zelanda

K. Min-Tun,<sup>1</sup> T. Jones,<sup>1</sup> M. Minor,<sup>1</sup> A. Clavijo-McCormick,<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup> School of Agriculture and Environment, Massey University, Palmerston North, New Zealand

<sup>2</sup> Plant and Food Research, Palmerston North, New Zealand

<sup>3</sup> Pest Management and Response Team, Ministry of Primary Industries, Wellington, New Zealand

El áfido gigante de los sauces (*Tuberolachnus salignus* Gmelin, 1970) es una especie invasora, reportada por primera vez en Nueva Zelanda en 2013. Desde entonces, se ha expandido rápidamente afectando más de cincuenta especies de sauces y álamos a lo largo del país. Estos árboles y arbustos tienen gran importancia agrícola al ser usados como forraje, fuentes de néctar y polen para las abejas y para estabilizar pendientes, márgenes de ríos y prevenir procesos erosivos. *T. salignus* afecta su entorno de múltiples maneras, teniendo efectos directos sobre su planta huésped, pero también afectando a otros organismos y procesos ecológicos de manera indirecta debido a la elevada producción de mielecilla. La deposición de mielecilla atrae insectos indeseados (como moscas, avispas y abejas), causa la cristalización de la miel de abeja (reduciendo su valor comercial), promueve el crecimiento de hongos saprofitos en la superficie de la planta (fumagina), y altera las propiedades del suelo y su biota (Gunawardana et al. 2014, Sopow et al. 2017). Debido a la extensión de la invasión la erradicación de esta plaga no es viable, por lo tanto, es esencial entender sus impactos ecológicos para desarrollar estrategias de control sostenibles para mitigarlos. Esta presentación resumirá los resultados de un estudio de campo realizado entre 2016 y 2020, usando 15 clones de sauce, para explorar los efectos directos e indirectos de esta especie invasora. Los temas investigados incluyen el efecto directo del áfido en la supervivencia y crecimiento de los sauces (Jones et al. 2021), su reproducción (Tun et al. 2021) y comunicación química (Tun et al. 2020a); y la producción de mielecilla (Tun et al. 2020b) y su efecto en cascada sobre las propiedades del suelo, microorganismos y artropofauna (Tun et al. 2020c).

#### Bibliografía

- Gunawardana, D., Flynn, A., Pearson, H., & Sopow, S. (2014). Giant willow aphid: a new aphid on willows in New Zealand. *Surveillance (Wellington)*, 41(4), 29-30.
- Jones, T. G., Min Tun, K., Minor, M., & Clavijo McCormick, A. (2021). The giant willow aphid (*Tuberolachnus salignus*) and its effects on the survival and growth of willows. *Agricultural and Forest Entomology*.
- Sopow, S. L., Jones, T., McIvor, I., McLean, J. A., & Pawson, S. M. (2017). Potential impacts of *Tuberolachnus salignus* (giant willow aphid) in New Zealand and options for control. *Agricultural and forest entomology*, 19(3), 225-234.
- Tun, K. M., Minor, M., Jones, T., & McCormick, A. C. (2020a). Volatile profiling of fifteen willow species and hybrids and their responses to giant willow aphid infestation. *Agronomy*, 10(9), 1404.
- Tun, K. M., Minor, M., Jones, T., & Clavijo McCormick, A. (2020b). Effect of willow cultivar and plant age on the melezitose content of giant willow aphid (*Tuberolachnus salignus*) honeydew. *Agricultural and Forest Entomology*.

Tun, K. M., Clavijo McCormick, A., Jones, T., Garbuz, S., & Minor, M. (2020c). Honeydew deposition by the giant willow aphid (*Tuberolachnus salignus*) affects soil biota and soil biochemical properties. *Insects*, 11(8), 460.

Tun, K. M., Clavijo McCormick, A., Jones, T., & Minor, M. (2021). Seasonal abundance of *Tuberolachnus salignus* and its effect on flowering of host willows of varying susceptibility. *Journal of Applied Entomology*.

## **Campos en flor: la diversificación del paisaje agrícola con flores como elementos para incrementar el control biológico**

Michely Ferreira Santos Aquino<sup>1</sup>, Maria Carolina Blassioli-Moraes<sup>2</sup>, Miguel Borges<sup>2</sup>, Raúl Alberto Laumann<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq. Becária Postdoctoral (michelyf@gmail.com)

<sup>2</sup> Laboratório de Semioquímicos, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF, Brasil (carolina.blassioli@embrapa.br, miguel.borges@embrapa.br, raul.laumann@embrapa.br)

La diversificación del paisaje agrícola es reconocida como una de las estrategias para incrementar el efecto del control biológico conservativo. Una de las formas de incrementar la diversidad vegetal en unidades de producción con monoculturas es la introducción de plantas con flores. Estas plantas incrementan la oferta de recursos, como polen y néctar, para los enemigos naturales. En general la selección de estas plantas se ha realizado en forma empírica, evaluando directamente los efectos de su incorporación en los cultivos en el incremento de la diversidad y abundancia de enemigos naturales y/o en el aumento de los índices de depredación/parasitismo en los insectos plaga. Una forma más adecuada de realizar esta selección es evaluando con precisión los efectos de los recursos ofrecidos por estas plantas en la fisiología y potencial reproductivo de los enemigos naturales y conociendo los mecanismos por los cuales los enemigos naturales identifican y seleccionan estas plantas para obtener recursos alimentarios. Este trabajo presenta algunos de los procedimientos y técnicas propuestos para evaluar plantas con potencial para ser utilizadas en la diversificación del paisaje agrícola y en la técnica conocida como atracción y recompensa que incluye el uso de recursos florales y semioquímicos para incrementar el control biológico conservativo. Como modelo de estudio fueron utilizados las chinches (Pentatomidae), plagas de cultivos de soja y otros granos, y sus parasitoides de huevos (Scelionidae). En laboratorio fueron evaluadas diversas plantas en relación con su efecto en la sobrevivencia y fecundidad de los parasitoides para identificar aquellas especies que ofrecen recursos de mejor calidad. En experimentos de olfatometría se estudiaron las respuestas de los parasitoides a los volátiles de las flores para evaluar las preferencias y su relación con la calidad de los recursos ofrecidos por cada planta. También se evaluaron las respuestas a los estímulos cromáticos de las flores. Las plantas seleccionadas fueron evaluadas en experimentos de campo en dos etapas. En una primera etapa se evaluó el efecto de las plantas para reclutar los parasitoides y en una segunda etapa, en un sistema de tipo atracción y recompensa, el reclutamiento de enemigos naturales y los índices de depredación y parasitismo. Este conocimiento es esencial para optimizar el uso de plantas como elementos de diversificación del paisaje con un efecto directo en el control biológico.

**Desarrollo de monitoreo y control de *Pseudococcus calceolariae* (Hemiptera: Pseudococcidae) en frutales en Chile utilizando la feromona sexual**

Carolina Ballesteros<sup>1</sup>, M. Fernanda Flores<sup>2</sup>, Alda Romero<sup>1</sup>, María Colomba Castro<sup>1</sup>, Sofía Miranda<sup>1</sup>, M. Soledad Oyarzun<sup>1</sup>, Jan Bergmann<sup>2</sup>, Tania Zaviezo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, Avda. Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago 7820436, Chile

<sup>2</sup>Instituto de Química, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Avda. Universidad 330, Curauma, Valparaíso 2340000, Chile

jan.bergmann@pucv.cl

El chanchito blanco citrífido *Pseudococcus calceolariae* (Maskell) es una plaga de frutales que tiene importancia económica en varios países en el mundo. La reciente identificación de la feromona sexual permite el desarrollo de aplicaciones en el manejo integrado de plagas. Nosotros realizamos experimentos de campo para evaluar el potencial uso de la feromona en el monitoreo y control (vía disrupción sexual) de la especie. Para establecer protocolos para el monitoreo, evaluamos el efecto de la pureza isomérica de la feromona sintética, de la dosis y de la edad de los cebos sobre la captura de machos en trampas. También evaluamos la correlación de capturas en trampas con la abundancia de insectos en las plantas determinada por inspección visual y con la presencia en frutos en el momento de cosecha. El potencial de disrupción sexual para el control de la plaga fue evaluado en plantaciones de mandarinas y manzanas durante tres temporadas consecutivas.

Financiamiento:

Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF), proyecto D10i1208

Fundación para la Innovación Agraria (FIA), proyecto FIA PYT-2017-0140

## El sabor de lo aversivo en un insecto hematófago

Isabel Ortega-Insaurralde<sup>1</sup>, Romina B. Barrozo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Neuroetología de Insectos Vectores, Laboratorio Fisiología de Insectos, IBBEA, CONICET-UBA, Departamento Biodiversidad y Biología Experimental, Facultad Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

El sentido del gusto es la modalidad sensorial que permite a los animales evaluar las claves químicas de baja volatilidad del ambiente mediante estructuras especializadas distribuidas a lo largo del cuerpo. Este sistema es esencial durante la alimentación, el apareamiento y la puesta de huevos en los insectos. Durante la alimentación, el sentido del gusto les permite evaluar y predecir la calidad nutricional o tóxica de los alimentos. La capacidad de identificar alimentos ricos en nutrientes y evitar sustancias tóxicas es esencial para la supervivencia de todos los animales.

La hematofagia es el hábito alimentario que ciertos insectos practican al nutrirse de la sangre de hospedadores vertebrados. Desde un punto de vista antropocéntrico, la hematofagia asociada al ser humano abrió la puerta a la transmisión de enfermedades infecciosas. En América latina, el parásito causante de la enfermedad de Chagas es transmitido por insectos triatominos (e.g., *Triatoma infestans* y *Rhodnius prolixus*) (OMS, 2021).

Los insectos triatominos buscan, detectan y evalúan a potenciales hospedadores mediante claves olfativas, térmicas, hídricas y gustativas (Barrozo et al., 2017). Una vez sobre la piel del hospedador, el insecto debe tomar la decisión de picar o no picar. Luego, si decide picar, debe tomar una segunda decisión: comer o no comer el alimento (la sangre del hospedador).

En los insectos hematófagos, el rol que desempeña el sistema gustativo en el reconocimiento de un hospedador ha sido muy poco explorado (Benton, 2017; Barrozo, 2019). Recientemente, se demostró que ciertas moléculas de sabor amargo para el ser humano como la quinina, cafeína y la quinidina tienen un efecto anti-alimentario en los mosquitos *Anopheles gambiae* y *Aedes aegypti* (Ignell et al., 2010; Kessler et al., 2013, 2014). Por otra parte, estudios de nuestro laboratorio en *R. prolixus* demostraron que la detección de quinina, cafeína y de altas concentraciones de sales inorgánicas, inhiben la alimentación (Pontes et al., 2014, 2017, 2021).

Sabiendo que la activación del sentido del gusto por estímulos tóxicos o aversivos desencadena comportamientos de rechazo estereotipados, la identificación de sabores aversivos para los insectos hematófagos durante el contacto con la piel del hospedador puede conducir al desarrollo de mejoras en los repelentes que se utilizan actualmente para la protección personal.

### Bibliografía

- Barrozo, R.B., Reisenman C.E., Guerenstein P., Lazzari, C.R., and Lorenzo M.G., 2017. An inside look at the sensory biology of triatomines. *J Insect Physiol*, 97:3–19
- Barrozo, R. B., 2019. Food recognition in hematophagous insects. *Current opinion in insect science*, 34, 55-60
- Benton, R., 2017. The neurobiology of gustation in insect disease vectors: progress and potential. *Current opinion in insect science*, 20, 19-27

- Ignell, R., Okawa, S., Englund, J. E., and Hill, S. R., 2010. Assessment of diet choice by the yellow fever mosquito *Aedes aegypti*. *Physiological Entomology*, 35(3), 274-286
- Kessler, S., Vlimant, M., and Guerin, P. M., 2013. The sugar meal of the African malaria mosquito *Anopheles gambiae* and how deterrent compounds interfere with it: a behavioural and neurophysiological study. *Journal of Experimental Biology*, 216(7), 1292-1306
- Kessler, S., González, J., Vlimant, M., Glauser, G., and Guerin, P. M., 2014. Quinine and artesunate inhibit feeding in the African malaria mosquito *Anopheles gambiae*: the role of gustatory organs within the mouthparts. *Physiological Entomology*, 39(2), 172-182
- Organización Mundial de la Salud, 2021.
- Pontes, G., Minoli, S., Ortega Insaurralde, I., de Brito Sanchez, M. G., and Barrozo, R. B., 2014. Bitter stimuli modulate the feeding decision of a blood-sucking insect via two sensory inputs. *Journal of Experimental Biology*, 217(20), 3708-3717
- Pontes, G., Pereira, M. H., and Barrozo, R. B., 2017. Salt controls feeding decisions in a blood-sucking insect. *Journal of Insect Physiology*, 98, 93-100
- Pontes, G., Estivalis, J. M. L., Gutierrez, M. L., Cano, A., de Astrada, M. B., Lorenzo, M. G., and Barrozo, R. B., 2021. Salty surfaces deter feeding in a blood-sucking disease vector. *bioRxiv*

## **Estado actual y perspectivas de uso de feromonas sexuales en el manejo integrado de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae) en Colombia**

Nancy Barreto-Triana<sup>1</sup>; Yuly Paola Sandoval-Cáceres<sup>1</sup>; Nubia Liliana Cely-Pardo<sup>1</sup>; Maria Carolina Blassioli-Moraes<sup>2</sup>, Miguel Borges<sup>2</sup>, Raúl Alberto Laumann<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia. Centro de Investigación Tibaitatá. Km. 14, vía Mosquera - Bogotá, Mosquera - Cundinamarca, Colombia  
nbarreto@agrosavia.co; ysandoval@agrosavia.co; ncely@agrosavia.co

<sup>2</sup>Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnología. Laboratório de Semioquímicos, Parque Estação Biológica Final W5 Norte 70.770-917 - Brasília – DF.

carolina.blassioli@embrapa.br; miguel.borges@embrapa.br; raul.laumann@embrapa.br

El barrenador de la caña *Diatraea saccharalis* produce un grande impacto económico en las diferentes zonas productoras de caña de azúcar para panela en Colombia. Para el monitoreo de las poblaciones de esta plaga es posible utilizar trampas con feromona sexual. Sin embargo, debido a la amplia distribución de la especie, la variación geográfica de la composición de su feromona sexual (Palacio et al., 2010) y baja atracción de feromonas comerciales (Barreto et al., 2018), aun no se cuenta con esta tecnología en el país. Así, surgió la necesidad de realizar estudios básicos sobre el comportamiento sexual de poblaciones colombianas de esta especie y su respuesta a la feromona sexual natural y sintética en condiciones controladas. En convenio entre EMBRAPA-Laboratorio de Semioquímicos y Agrosavia, se adelantan estudios para la identificación de los compuestos de la feromona sexual de *D. saccharalis* de poblaciones colombianas y brasileras, con el fin de sintetizar los posibles compuestos candidatos a feromona y evaluarlos en campo, como estrategia para el manejo integrado de la plaga.

A partir de dos ensayos realizados en lotes comerciales de caña para la industria panelera en la Hoya del río Suárez (Boyacá y Santander), se evaluaron dos tipos de trampa con las feromonas comerciales ISCA lure-Saccharalis®, Pheroma-DISA® y hembras vírgenes. Se demostró la baja atracción de las feromonas para machos de *D. saccharalis*, ya que hubo mayor captura en la trampa tipo galón con hembras vírgenes como atrayente (Barreto et al., 2018). Se realizaron estudios sobre el comportamiento sexual, éxito reproductivo y respuestas en túnel de viento, en el área de entomología del C.I. Tibaitatá bajo condiciones controladas ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , y  $60 \pm 10\%$  de H.R.) y fotoperiodo invertido 12h:12h. Se evaluó la conducta de llamado de hembras vírgenes de uno, dos y tres días de edad, el comportamiento de cópula, éxito reproductivo y se construyó un etograma del comportamiento sexual. El llamado de hembras ocurrió desde la quinta hasta la decimoprimer hora de escotofase (10 pm-5 am) con duración entre 30 y 210 min; la cópula se observó entre la sexta y décima hora de escotofase. La fecundidad fue del 71.2%, supervivencia del estado de larva de 81.2%, de pupa 86.6% y de adultos 97.4% (Sandoval, 2019).

Para la identificación y evaluación de la feromona sexual de *D. saccharalis*, se realizó la extracción de la glándula sexual de hembras vírgenes y los extractos se analizaron para identificar los compuestos por cromatografía gaseosa acoplada a espectrómetro de masas y por electroantenografía (Blassioli-Moraes et al., 2016; 2017) y se evaluó su actividad biológica en túnel de viento. Los resultados de electroantenografía mostraron una respuesta consistente de las antenas de los machos para solo dos de los cinco compuestos identificados en las glándulas de las hembras. En los bioensayos en túnel de viento se evaluó: a) la respuesta de machos de uno y dos días de edad a

hembras de las mismas edades, determinándose mayor respuesta en machos de un día (80%) (Sandoval et al., 2018). b) la respuesta de machos de uno y dos días a los extractos naturales utilizando papel filtro, observándose respuesta del 63% de machos de un día a extractos de hembras de un día de edad, sin embargo, un mínimo porcentaje de estos llegó a la fuente (Barreto et al., 2019). Por lo anterior, se evaluaron dos métodos de liberación de volátiles (papel filtro y capilar) con la mezcla sintética de los componentes mayoritarios de la feromona y con respuesta electroantagráfica: Z9E11C16O y Z11C16O (proporción 10:1). El mayor porcentaje de respuesta se presentó con el papel filtro (47%), mientras que para el capilar fue de 23%. Estos estudios preliminares, permiten evidenciar que los machos de *D. saccharalis* presentan respuesta comportamental hacia los extractos de la feromona natural y a la mezcla sintética. Una vez culminados estos estudios en laboratorio y campo, se planea desarrollar y obtener un atrayente eficiente para la captura de machos de la plaga, que se podrá utilizar como una herramienta para monitorear la plaga para tomar medidas de manejo.

Los resultados corresponden a proyectos de la Agenda Corporativa de AGROSAVIA, financiados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural -MADR. “Recomendaciones para el manejo de *Diatraea* spp. mediante métodos biológicos y etológicos” 2015-2018 y “Estrategias de manejo integrado de plagas y enfermedades asociadas a cultivos de caña de azúcar en regiones productoras de panela en Colombia” Fase I y Fase II 2018-2021.

### **Bibliografía**

- Barreto-Triana, N., Insuasty, O., Sandoval-Cáceres, Y. & Romero, Y. (2018). Evaluation of two commercial pheromones for male capture of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane crops in Colombia. Book of Abstracts 5th Congress of the Latin American Association of Chemical Ecology (ALAEQ). Valparaíso. Chile. p.: 143
- Barreto-Triana, N., Sandoval-Cáceres, Y., Cely-Pardo, L., Romero, Y. & Cruz, G. (2019). *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) male responses in wind tunnel. Abstracts XI Brazilian Meeting on Chemical Ecology. Maceio, Alagoas Brazil.
- Blassioli-Moraes, M. C., Borges, M., Laumann, R. A., Viana, A. R., Magalhães, D.M. & Birkett, M. A. (2016). Identification and field evaluation of the sex pheromone of a Brazilian population of *Spodoptera cosmioides*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 51, p. 545-554
- Blassioli-Moraes, M.C., Borges, M., Laumann, R. A., Borges, R., Viana, A. R., Thomazini M.J., Silva, C.C.A. & Boff, M. I. C. (2017). Identification and field evaluation of a new blend of the sex pheromone of *Hypsipyla grandella*. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, v. 52, p. 977-986, 2017
- Palacio, A. M. P., Zarbin, P. H., Takiya, D. M., Bento, J. M. S., Guidolin, A. S. & Consoli, F. L. (2010). Geographic variation of sex pheromone and mitochondrial DNA in *Diatraea saccharalis* (Fab., 1794) (Lepidoptera: Crambidae). Journal of insect physiology, 56(11), 1624-1630.
- Sandoval-Cáceres, Y., Diaz, C. & Barreto-Triana, N. (2018). *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) sexual behavior and reproductive success in laboratory. Book of Abstracts 5th Congress of the Latin American Association of Chemical Ecology (ALAEQ). Valparaíso. Chile.
- Sandoval Cáceres, Y. (2019). Comportamiento sexual y éxito reproductivo del barrenador de la caña *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) en laboratorio. Tesis Magister en Ciencias Agrarias, Línea Entomología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

## SIMPOSIO 5. ECOLOGÍA DE LA DESCOMPOSICIÓN

### **Necrophagous blowflies (Diptera, Calliphoridae) and prospective in the neotropical region**

Eduardo Amat

eamat@tdea.edu.co

Grupo de Investigación Bioforense, Facultad de Derecho y Ciencias Forenses, Tecnológico de Antioquia, Institución Universitaria. Medellín, Colombia.

Dipterans, commonly named mosquitoes, midges, or simply flies, are one of the most diverse invertebrate taxa on earth (Pape et al., 2011); it means that this group of insects encloses a significantly high number of species. As well is astonishing their morphology, ecology, and function within the ecosystems. Dipterans are ubiquitous, and they live everywhere, almost in all terrestrial and freshwater ecosystems (Marshall, 2012).

Flies and mosquitoes had a relatively bad reputation and some contempt, representing harmful aspects to humans. While very few species of medical importance are vectors of important diseases (malaria, yellow fever, dengue, myiasis, among others), some can cause vegetation, crops, and stored products damages (Marshall, 2012). Thousands of others still unknown bring us an invaluable ecosystem and environmental services (Rader et al., 2016). These species positively assist the pollination of plants and crops (Innouye et al., 2015). Others arrest the effect of insect plagues being effective predator agents in the biological control (Heath, 1982), and many others, including blowflies, are in charge of disposal and recycle within the ecosystem waste, dung, and organic matter in decomposition (Heath, 1982; Norris, 1965). More species are beneficial but, unfortunately, still anonymous.

On the other hand, flies had contributed to the knowledge and development of science; the study of the fruit fly *Drosophila melanogaster* is still a keystone in genetics (Roberts, 2006). Likewise, conservation biology has proposed several dipterans as bioindicators of water quality (Pollet, 2010). In addition, flies have demonstrated biomedical importance by assisting the clinical treatment of wounds (Sherman, 2003, 2014). Moreover, to serve as inspiration in the production of peptides and antimicrobial medicines (Daeschlein et al., 2007). In recent decades, the necrophagous blowflies (those feeding on carrion) have proven to be the essential insects of Forensic Entomology; by assessing the colonization of a corpse, it is possible to deduce a preliminary Interval postmortem (PMI) and to infer possible corpse relocation in forensic cases (J Amendt et al., 2004; Jens Amendt et al., 2007; Greenberg & Kunich, 2002; Hall, 2001). Finally, the study of necrophagous flies' ensembles at a low budget allows the easy assessment of the conservation status, monitoring, and restoration stage of tropical forests (Amat & Medina, 2020; de Sousa et al., 2014; Mendes et al., 2021).

Briefly, the prospection of necrophagous blowflies in the neotropical region is discussed, including four main aspects: their biomedical importance, the new tendencies in the forensic context, in the conservation context as synanthropic bioindicators, and finally as a novel and valuable complementary tool in the biodiversity assessment of mammals (Lee et al., 2015).

#### **References**

- Amat, E., & Medina, C. A. (2020). A rapid ecological assessment for necrophagous flies (Diptera, Calypttratae) in a mosaic landscape of the Colombian Andes. *BioRxiv*, 2020.07.24.220491. <https://doi.org/10.1101/2020.07.24.220491>

- Amendt, J., Krettek, R., & Zehner, R. (2004). Forensic entomology. *Naturwissenschaften*, *91*(2), 51–65. <https://doi.org/10.1007/s00114-003-0493-5>
- Amendt, Jens, Campobasso, C. P., Gaudry, E., Reiter, C., LeBlanc, H. N., & J. R. Hall, M. (2007). Best practice in forensic entomology - Standards and guidelines. *International Journal of Legal Medicine*, *121*(2), 90–104. <https://doi.org/10.1007/s00414-006-0086-x>
- Daeschlein, G., Mumcuoglu, K. Y., Assadian, O., Hoffmeister, B., & Kramer, A. (2007). In vitro antibacterial activity of *Lucilia sericata* maggot secretions. *Skin Pharmacology and Physiology*, *20*(2), 112–115. <https://doi.org/10.1159/000097983>
- de Sousa, J. R. P., Esposito, M. C., Carvalho, F. da S., & Juen, L. (2014). The potential uses of sarcosaprophagous flesh flies and blowflies for the evaluation of the regeneration and conservation of forest clearings: a case study in the Amazon forest. *Journal of Insect Science (Online)*, *14*(215), 1–5. <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieu077>
- Greenberg, B., & Kunich, J. C. (2002). *Entomology and the law: Flies as forensic indicators*. Cambridge University Press.
- Hall, R. D. (2001). Perceptions and status of forensic entomology. In J. H. Byrd & J. L. Castner (Eds.), *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations* (pp. 1–15). CRC Press.
- Heath, A. C. G. (1982). Beneficial Aspects of Blowflies (Diptera: Calliphoridae). *New Zealand Entomologist*, *7*(3), 343–348. <https://doi.org/10.1080/00779962.1982.9722422>
- Innouye, D. W., Larson, B. M. H., Ssymank, A., & Kevan, P. G. (2015). Flies and flowers III: Ecology of foraging and pollination. *Journal of Pollination Ecology*, *16*(August). [https://doi.org/10.26786/1920-7603\(2015\)15](https://doi.org/10.26786/1920-7603(2015)15)
- Lee, P. S., Sing, K. W., & Wilson, J. J. (2015). Reading mammal diversity from flies: The persistence period of amplifiable mammal mtDNA in blowfly guts (*Chrysomya megacephala*) and a new DNA mini-barcode target. *PLoS ONE*, *10*(4).
- Marshall, S. A. (2012). *Flies: The Natural History and Diversity of Diptera*. Firefly Books Ltd.
- Mendes, T. P., Esposito, M. C., da Silva Carvalho-Filho, F., Juen, L., Alvarado, S. T., & de Sousa, J. R. P. (2021). Necrophagous flies (Diptera: Calliphoridae and Sarcophagidae) as indicators of the conservation or anthropization of environments in eastern Amazonia, Brazil. *Journal of Insect Conservation*. <https://doi.org/10.1007/s10841-021-00338-3>
- Norris, K. R. (1965). The Bionomics of Blow Flies. *Annual Review of Entomology*, *10*(1), 47–68. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.10.010165.000403>
- Pape, T., Blagoderov, V., & Mostovski, M. B. (2011). Order Diptera Linnaeus, 1758. In Z. Q. Zhang (Ed.), *Animal Biodiversity: An outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness* (3148th ed., pp. 222–229). Zootaxa. 3148.
- Pollet, M. (2010). *Chapter Eleven. Diptera As Ecological Indicators Of Habitat And Habitat Change* (pp. 302–322). Brill. <https://doi.org/10.1163/ej.9789004148970.I-459.50>

- Rader, R., Bartomeus, I., Garibaldi, L. A., Garratt, M. P. D., Howlett, B. G., Winfree, R., Cunningham, S. A., Mayfield, M. M., Arthur, A. D., Andersson, G. K. S., Bommarco, R., Brittain, C., Carvalheiro, L. G., Chacoff, N. P., Entling, M. H., Foully, B., Freitas, B. M., Gemmill-Herren, B., Ghazoul, J., ... Woyciechowski, M. (2016). Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *113*(1), 146–151. <https://doi.org/10.1073/pnas.1517092112>
- Roberts, D. B. (2006). *Drosophila melanogaster*: The model organism. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, *121*(2), 93–103. <https://doi.org/10.1111/j.1570-8703.2006.00474.x>
- Sherman, R. A. (2003). Maggot Therapy for Treating Diabetic Foot Ulcers Unresponsive to Conventional Therapy. *Diabetes Care*, *26*(2), 446 LP – 451. <http://care.diabetesjournals.org/content/26/2/446.abstract>
- Sherman, R. A. (2014). Mechanisms of maggot-induced wound healing: What do we know, and where do we go from here? *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/592419>

## **Forensic entomology of the tent – how restricted insect access and special storage conditions can affect the fauna and decomposition of cadavers.**

Luise Thümmel, Jonathan Heimer, Lena Lutz & Jens Amendt

amendt@em.uni-frankfurt.de

Institute of Legal Medicine, University Hospital, Goethe University Frankfurt am Main, Germany

Insect diversity and succession of cadavers has been intensively studied in numerous studies around the world in a wide variety of habitats. However, indoor situations have so far been relatively rarely the focus of investigations. This is because such experiments are more difficult to organize than field studies, such as e.g. providing suitable indoor locations and validation by a serious number of replicates. If studies are carried out, they usually focus on residential situations - this approach makes sense as about two thirds of the insect-infested bodies studied in Frankfurt are found in an indoor scenario. However, various other possibilities for options in closed settings are possible like e.g. cars, waste bins or tents. We will present two case studies where dead bodies were lying in tents in different types of forests for up to several weeks. Both bodies were infested by a diverse necrophagous fauna but revealed conflicting pathological findings. For this reason, we conducted an experiment in a forest in the summer of 2021 in which pig carcasses, weighing 30 -37 kg, were stored over a period of 25 days in tents (n = 5) or freely accessible to insects (n = 5). At 5-day intervals, the tents were opened, any fauna present inventoried and the state of decay of the cadavers classified. The same was done with the exposed pigs. Additionally, temperature was recorded during the entire experiment and thermal images of the cadavers were taken over time. Compared to the exposed pigs, the decomposition in the tents was significantly slower and the species composition of the insect fauna was different. The consequences for determining a minimum post-mortem interval are illustrated by using a mock case scenario.

## Diptera in forensic context

Patricia Jacqueline Thyssen

Laboratory of Integrative Entomology, Department of Animal Biology, Institute of Biology,  
University of Campinas (UNICAMP), Brazil.  
thyssenpj@yahoo.com.br

In the forensic context, the study of insects and other arthropods, associated with other forensic procedures, has as its main purpose to gather information and traces that may have value for the progress or conclusion of an investigative process (THYSSEN, 2011). This includes the estimation of the post-mortem interval (PMI), since the knowledge of the age of immature insects can provide valuable information on the time elapsed from death to finding a corpse (CATTS; GOFF, 1992).

Due to its necrophagous habit, Calliphoridae (Insecta, Diptera, Oestroidea) is among the first organisms to colonize a corpse, besides being the most abundant and frequently found in all decomposition stages (CARVALHO et al., 2000; THYSSEN et al., 2018). Comparatively less explored in the literature, other dipterans such as Sarcophagidae, Muscidae and Fanniidae may also play a relevant role in terms of PMI estimation, considering that many necrophagous species are included in these families (BYRD & CASTNER, 2010). However, the lack or scarcity of more in-depth descriptions, as well as identification keys for a considerable number of species recorded for South America and even small interspecific variations can make the process of diagnosing sarcophagids, muscidae and phanids more laborious or unreliable (CARVALHO & MELLO-PATIU, 2008; THYSSEN, 2010; PRADO et al., 2020). Thus, it must be taken into account that the taxonomic impediment can create a barrier to understanding the ecological role of these species in their habitat (represented by a decomposing corpse) and, consequently, generate expectations that entomology may have little 'usefulness' forensics.

On this occasion I will present two examples of cases where PMI were estimated based on the development cycle of unusual dipteran species and for the first time recorded associated with cadavers, thus aiming to highlight the importance of broader entomological knowledge among professionals and researchers working in the area expert in the Neotropical region.

### References

- BYRD, J.H. & CASTNER, J.L. Insects of Forensic Importance. In: Forensic Entomology – The utility of arthropods in legal investigations. 2° ed. CRC Press, USA, 2010. pp. 43-80.
- CARVALHO, C.J.B.; MELLO-PATIU, C.A. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52(3): 390-406, 2008
- CARVALHO, L.M.L. et al.. A checklist of arthropods associated with carrion and human corpses in southeastern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 95(1): 135-138, 2000.
- CATTS, E.P.; GOFF, L.M. Forensic entomology in criminal investigation. *Annual Review of Entomology*, v. 37, n. 1, p. 253-272, 1992.
- PRADO, A.M.; MADEIRA-OTT, T.; GRELLA, M.D.; THYSSEN, P.J. First description of the immature stages of *Fannia sabroskyi* Seago, 1954 (Insecta, Diptera, Fanniidae). *Acta Tropica*, 212: 105687, 2020.

THYSSEN P.J. Keys for identification of immature insects. In: Amendt, J.; Campobasso, C.P.; Goff, M.L. & M. Grassberger (eds.). Current concepts in Forensic Entomology. *Springer*, London. 2010. pp. 25-42.

THYSSEN, P.J. Entomologia Forense. In: Marcondes CB (org.) Entomologia Médica e Veterinária. 2 ed. Rio de Janeiro: Atheneu. pp. 129-137. 2011.

THYSSEN, P.J. et al. Implications of entomological evidence during the investigation of five cases of violent death in Southern Brazil. *Journal of Forensic Science and Research*, 2(1): 1-8, 2018.

## Diversidade de insetos associados à decomposição de carcaças em florestas tropicais secas

Simão Dias Vasconcelos

Professor Titular, Laboratório de Insetos de Importância Forense  
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil  
simao.vasconcelosfo@ufpe.br

A decomposição orgânica é um dos temas mais fascinantes da Ecologia Teórica e Aplicada, e seu conhecimento pode fundamentar diversas áreas da Ciência, como a Entomologia Forense e a Biologia da Conservação. O conceito de necrobioma descreve os componentes biológicos presentes em recursos orgânicos em decomposição, bem como suas interações e tem inserido variáveis complexas no entendimento da decomposição. A natureza efêmera do recurso (carcaça, cadáver) seleciona organismos adaptados à sua rápida detecção, principalmente por meio das pistas químicas – os compostos orgânicos voláteis (COVs). Assim, insetos necrófagos exibem diferentes respostas a recursos efêmeros e sua diversidade varia de acordo com o ambiente. Apresentamos aqui os resultados de pesquisas sobre diversidade de insetos (Diptera e Coleoptera) associados a recursos em decomposição em um dos ambientes mais intrigantes do planeta: as florestas tropicais sazonalmente secas. No Brasil, as florestas secas são representadas pela Caatinga, um bioma exclusivo que corresponde a 11% do território brasileiro. É a floresta seca de maior densidade populacional do planeta, e abriga cidades com elevadas taxas de homicídio. Nosso Grupo de Pesquisa tem realizado inventários faunísticos na Caatinga desde 2011, utilizando iscas animais e carcaças de ratos e suínos. Em primeiro lugar, observamos que a diversidade de dípteros necrófagos no bioma é alta, e comparável à registrada em ambientes mais amenos, como a mata atlântica tropical. Registramos cerca de 50 espécies de Diptera (Famílias Calliphoridae, Sarcophagidae e Muscidae). A alta riqueza e abundância e espécies em condições ambientais desfavoráveis, como a ausência de chuva e a baixa umidade relativa do ar, revela estratégias interessantes de adaptação. A colonização ocorre poucas horas após a exposição do substrato e a competição intensa faz com que haja uma simplificação da comunidade colonizadora em comparação com a comunidade visitante. Registramos plasticidade ambiental da maioria das espécies, que foram coletadas tanto em áreas de mata conservadas quanto em áreas sob impacto antrópico. Três espécies se destacam por sua dominância em florestas secas: as invasoras *Chrysomya albiceps* e *Chrysomya megacephala* (Calliphoridae) e a nativa *Blaesoxipha stallengi* (Sarcophagidae), que ocuparam diversas paisagens de caatinga, em carcaças e iscas animais. Em relação a Coleoptera registramos espécies de diversas famílias, com ênfase nas copronecrófagas Dermestidae, Scarabaeidae, Cleridae e Trogidae. Três espécies se destacaram, *Dermestes maculatus*, *Necrobia rufipe* e *Deltochilum verruciferum*. Observamos que a dinâmica da decomposição é muito mais rápida na Caatinga do que em outros ambientes, devido às pressões climáticas de baixa umidade relativa do ar, ausência de chuva e também devido à escassez de outros recursos alimentares. Por exemplo, besouros adultos foram coletados em carcaças mesmo nos primeiros dias de decomposição, antes da esqueletização. Concluímos que a diversidade registrada na Caatinga pode subsidiar futuros estudos de Entomologia Forense, a partir da obtenção de dados sobre o ciclo de vida em condições semelhantes. Também observamos que algumas espécies podem ser indicadoras de perturbação ambiental. O conceito de necrobioma precisa, desta forma, ser validado empiricamente por experimentos de campo em diferentes paisagens da América Latina, para interpretar as diferentes dinâmicas de interação entre os insetos, os microrganismos e o recurso. Somente a partir de dados quantitativos poderemos aumentar a confiabilidade de insetos como evidências em investigações criminais.

**Palavras chave:** Calliphoridae, Caatinga, Sarcophagidae, Coleoptera, entomologia forense.

## **Forensic entomology beyond the obvious: unusual cases**

Dr. Adrienne Brundage

Adrienne.Brundage@ag.tamu.edu

Assistant Program Head, FIVS Program, Instructional Assistant Professor, Texas A&M University

The science of forensic entomology is simply defined as the use of insects in criminal or civil investigations. Most often this means determining time of death through calculation of time of colonization estimation. This isn't all that forensic entomology can be used for, however. Insects can be used to give us information in a variety of ways, and the interpretation of that information is dependent upon investigators knowing when to collect insects, and when to call in a forensic entomologist. This presentation will detail several cases where the insects were not used to determine time of colonization, instead giving other information about the scene.

## **SIMPOSIO 6. ESTATUS DE INSECTOS VECTORES DE ENFERMEDADES EN SISTEMAS DE ARROZ, CÍTRICOS Y MAÍZ EN COLOMBIA**

### **Enfermedades emergentes transmitidas por vectores: Entendiendo la próxima amenaza para la seguridad alimentaria**

PA Reyes , J Li , T Toruño & GL Coaker <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant Pathology, University of California, Davis, 95616, CA, USA

En los últimos años, las pérdidas en cultivos y sistemas agroforestales han aumentado notoriamente debido a la aparición de bacterias fitopatógenas transmitidas por vectores. Estas bacterias han desarrollado mecanismos muy sofisticados para interactuar con sus vectores, insectos hemípteros, y sus plantas hospederas. Especies de los géneros *Ca Liberibacter*, *Spiroplasma*, *Ca Phytoplasma* y *Xylella fastidiosa* son patógenos intracelulares y tienen la capacidad de replicarse tanto en el tejido vascular de la planta hospedera como en diferentes órganos del vector. El manejo de las enfermedades asociadas con bacterias patógenas transmitidas por vectores depende en gran medida del control del insecto, incrementando el riesgo de desarrollar resistencia química, especialmente a los neonicotinoides. Debido a las características particulares de estos patosistemas, su estudio representa una oportunidad única para descubrir los mecanismos que gobiernan la patogénesis intracelular en plantas y desarrollar estrategias alternativas de control a la enfermedad. La investigación en este tipo de patógenos es incipiente debido a su naturaleza fastidiosa o inhabilidad para crecer en cultivo axénico, la necesidad de usar vectores para su transmisión y la falta de organismos modelo, sin embargo, el uso de nuevas tecnologías está generando nuevas oportunidades de investigación. En esta charla destacaremos aspectos de la biología de Liberibacters, Spiroplasmas, fitoplasmas y *Xylella fastidiosa*, así como cuales han sido los últimos avances y cuál es el futuro de la investigación en este campo.

## Actualidad del escalamiento de *Tamarixia radiata* para el manejo de *Diaphorina citri* en Colombia.

Juan Humberto Guarín Molina

PhD. Entomología, CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA – AGROSAVIA. Centro de Investigación C.I. La Selva jguarin@agrosavia.co.

Desde antes del ingreso de *Diaphorina citri* al país Agrosavia viene adelantando trabajos de investigación, para ello ha elaborado propuestas y desarrollando proyectos de investigación, validación y vinculación tecnológica, basados en el desarrollo de un plan de Manejo Integrado de Plagas (MIP) en el cultivo de cítricos, en respaldo al accionar de la autoridad fitosanitaria en el país, ICA, dando alcance de la ley 7134 de fortalecimiento del agro. El accionar de la Corporación colombiana de investigación agropecuaria -Agrosavia- considera la situación derivada de la declaratoria del ICA sobre el manejo de *D. citri* desde el año 2007 y la declaratoria de la presencia del agente causal de la enfermedad HLB de los cítricos *Candidatus Liberibacter asiaticus* (Clas) en Colombia en el año 2017, así como la expedición de la resolución 1668 del ICA y la normativa exclusiva para cítricos con la resolución 12816 que regula las condiciones de acceso, manejo profiláctico para la producción de material vegetal de cítricos bajo condiciones protegidas en invernaderos con malla antitrips, antiacaros y antiáfidos como parte de la garantía de sostenibilidad de la citricultura colombiana. El manejo del patosistema *D. citri*-HLB en Colombia se fundamenta en la utilización de material sano proveniente de viveros certificados con material vegetal protegido de la presencia del vector y el manejo integrado del Psilido (PAC) vector *D. citri*.

Para las condiciones del trópico y por la condición de los cítricos como cultivos perennes, los huertos comerciales y hospederos alternos de traspatio presentan una gran diversidad de limitantes fitosanitarias, como: malas hierbas; insectos fitófagos en sus diferentes estados de desarrollo agronómico y productivo, desde la etapa de vivero, en el establecimiento en campo, así como en la fase de producción; enfermedades fungosas de raíz, tronco, follaje y flores; enfermedades sistémicas como tristeza de los cítricos, exocortis, psorosis y xiloporosis; además de enfermedades como CVC (ausente en el país), léprosis, el HLB enfermedad catastrófica, así como diferentes desordenes como el denominado Wood Pocket, que eventualmente induce a diagnósticos inciertos por confusos síntomas de HLB. El conjunto de limitantes fitosanitarias exige un gran esfuerzo institucional en prevención y científico para garantizar la sostenibilidad y permanente desarrollo de la citricultura nacional.

El conjunto de acciones de AGROSAVIA están compuestas básicamente de los siguientes Componentes para la construcción de la estrategia del vector, del hospedero y de la enfermedad, consistentes en:

- 1). El levantamiento nacional, evaluación y caracterización de aislamientos entomopatógenos obtenidos en el campo (zonas cítrícolas) determinados con actividad entomopatógena sobre *D. citri*, adaptados a los diferentes ambientes de Colombia; caracterización de la relación patógeno-insecto para su manejo bajo las condiciones de Colombia; determinación de la compatibilidad de aislamientos entomopatógenos activos sobre *D. citri* con grupos de insumos usados en la actividad cítrícola colombiana; la potencial oferta de aislamientos entomopatógenos activos sobre *D. citri* para su producción comercial por empresas de control biológico habilitadas en el país; participación activa de AGROSAVIA en la estrategia contemplada en el “plan de acción para el manejo del HLB” de la FAO elaborada para el ICA, y actualizada por esta institución para el periodo 2019-2023, que incorpora la generación de estrategias a ser implementadas en la estructuración de las áreas regionales de control de *D. citri* y prevención del HLB (ARCO) con estímulo al uso regional de agentes de

control biológico en unidades productivas asociadas en concentración de cultivos de cítricos de 1.000 a 2.000 ha.

2) Uso en las unidades ARCO, en condiciones de campo, de los hongos entomopatógenos de acción específica sobre *D. citri*, disponibles comercialmente, registrados y habilitados por el ICA;

3) Evaluación e incorporación entre las estrategias de insecticidas sistémicos y de contacto con registro ICA vigente para el control de *D. citri*; como estrategias de plan de choque, en las áreas con la enfermedad y protegiendo de la llegada del HLB a zonas libres, actualmente el 95% de la citricultura nacional. El Psilido asiático de los cítricos (PAC) *D. citri* se ha convertido en la plaga más importante de los cítricos a nivel mundial, por ser el vector de la bacteria causante del HLB.

4) *D. citri* es originaria de Asia, su parasitoide *Tamarixia radiata* acompaña a la plaga ejerciendo regulación de sus poblaciones. En diferentes países se han realizado estudios básicos para determinar la presencia y buscar la producción de *Tamarixia radiata*, esto se ha hecho en Colombia implementando técnicas de cría ajustadas a las nuestras condiciones. La tecnología generada para la producción de *T. radiata* se generó sobre el hospedante *Murraya paniculata* (Rutaceae), e involucra la cría masiva de su hospedero *D. citri*. Se definieron los aspectos biológicos y construyeron las tablas de vida de los dos insectos; igualmente estudios de calidad del parasitoide y liberaciones experimentales de *Tamarixia radiata* para determinar el comportamiento del parasitismo investigado. AGROSAVIA estructuró como oferta tecnológica el “Protocolo de cría de *T. radiata*, parasitoide de *Diaphorina citri*”.

En AGROSAVIA la producción de individuos del parasitoide ha estado orientada a atender necesidades de investigación de los elementos del patosistema, de manera que, la producción del parasitoide para liberaciones masivas para un plan de acción para mitigar el impacto del HLB, se ha formulado para ser asumido por un particular con musculo financiero, o por el estado, en la medida de que no llama la atención para la producción como bióinsumo para la citricultura; se ha construido y llevado a cabo con auspicio parcial del ministerio de agricultura y desarrollo rural (MADR) la propuesta de **“Escalamiento de *Tamarixia radiata*, parasitoide de *Diaphorina citri* en el Centro de Investigacion La Selva”**.

La responsabilidad de desarrollar el escalamiento de producción de este bióinsumo es un reto pues: 1) AGROSAVIA y/o su aliado asume el compromiso de ajustar el protocolo a baja escala y debe implementar el escalamiento en producción a gran escala como esta en la propuesta presentada para atender parcialmente las necesidades de la citricultura, sea directamente en huertos comerciales o en áreas de traspatio como zona de amortiguación y mantenimiento del parasitoide en los traspatios sin presión insecticida; y 2) AGROSAVIA ha desarrollado una propuesta de escalamiento del parasitoide con la que apenas parcialmente se debe cubrir los 230.000 km lineales de swinglea establecidos en las vías primarias, secundarias y terciarias del país, además de las 107.000 has de cítricos comerciales y las áreas de traspatio con cítricos y otras rutáceas.

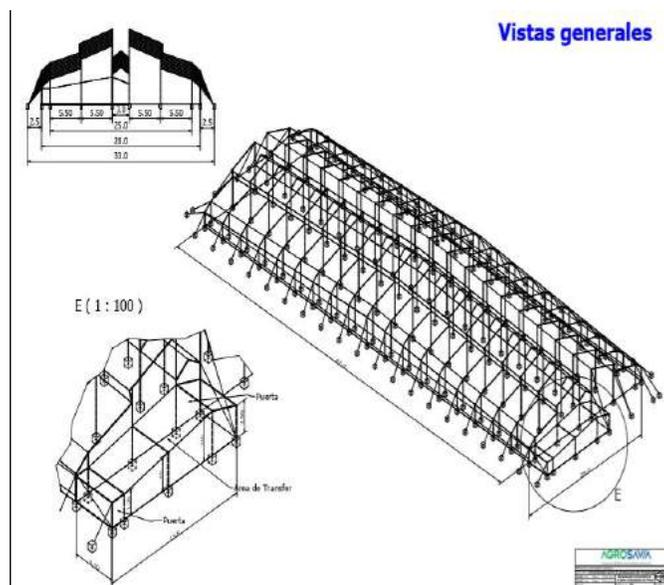
5) Aun durante el desarrollo de la metodología de escalamiento del parasitoide será necesaria la integración de los cítricos y el manejo de las limitantes tecnológicas del cultivo, a la agenda fitosanitaria colombiana, mediante la determinación de factores epidemiológicos específicos de los núcleos cítricos en la prevalencia del vector *D. citri* y de la enfermedad HLB de los cítricos como se desarrolla en el proyecto en desarrollo por Agrosavia y sus aliados para afrontar el macroproyecto “patosistema *D. citri*-HLB”.

## CONSIDERACIONES

- Se acudió al acervo de conocimiento que tiene AGROSAVIA sobre la conducción del patosistema *Diphorina citri*-HLB y sus condiciones de manejo con especial énfasis en el uso de su parasitoide específico *Tamarixia radiata*.
- Después de revisar diferentes escenarios y verificar la viabilidad técnica y riesgos de bioseguridad, unificar posiciones entre áreas de la Corporación y proyectar la inversión requerida con la unidad de infraestructura, se concluye la presentación de una propuesta de “Escalamiento para la producción de *Tamarixia radiata*, en condiciones de un invernadero con área efectiva de proceso de 2.000 m<sup>2</sup> en el CI La Selva Rionegro-Antioquia”. Lo cual permitirá aplicar nuevas tecnologías de producción y mejoramiento de procesos. Condiciones controladas de temperatura y humedad, costos de inversión en la construcción y adecuación del terreno. Diseño con áreas independientes y autónomas.
- La infraestructura del proyecto de escalamiento de *Tamarixia radiata* está proyectada a cinco años después de establecido efectivamente el montaje y operación de la bioplanta.
- La producción del parasitoide *T. radiata* es un proyecto que debe ser costeado de manera sostenida, para lo cual, además de los recursos internos del país, se tramita el acceso a recursos de cooperación técnica internacional.
- El empaque, transporte, logística y distribución es un proyecto para el cual se recomienda, se formule como un proyecto independiente que considere una estructura gremial que le diese un nivel de transparencia al proceso.
- Adicional a la gestión de la infraestructura y puesta en marcha, se requiere de acompañar este proyecto para que se convierta en una política pública y que en el futuro se mantenga la distribución y se garantice la operación de la planta de producción del parasitoide y uso eficiente en correspondencia con el monitoreo y acciones en los diferentes ARCO del país.

## ANEXO 1

### PLANOS ESQUEMATICOS UNIDAD DE ESCALAMIENTO DE *Tamarixia radiata*



## Bibliografía

- Guarín-Molina, J. H., & Ospina Parra, C. E. (2020). Incremento local de insectos benéficos para el cultivo de cítricos. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria– AGROSAVIA. Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/35798/ver%20documento%2035798.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Guarín-Molina, et al. 2020. Métodos de detección de HLB y de monitoreo y control biológico del vector *Diaphorina citri* en cultivos de cítricos en el Tolima. Agrosavia, YUMA. <http://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/view/122/103/958-1>
- Guarín-Molina, JH; Ospina, CE. 2020. Incremento local de insectos benéficos para el cultivo de cítricos: Plan de vinculación (PV) para el manejo integrado de los sistemas productivos de cítricos: convenio no. 31052019-0874. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/35798>
- MOURA-MASCARIN, G.; GUARÍN-MOLINA, J.; ARTHURS, S.; HUMBER, R.; DE ANDRADE MORAL, R; BORGES, D.; DELALIBERA JR., I. 2016. Seasonal prevalence of the insect pathogenic fungus *Colletotrichum nymphaeae* in Brazilian citrus groves under different chemical pesticide regimes. *Fungal Ecology* 22 (2016) 43-51.
- ORTIZ, A.; FUEL, S.; MONA, E.; MEJÍA, L.; GUARÍN-MOLINA, J.; ARÉVALO, E. 2014. Biología de *Diaphorina citri* Kuwayama. 2014. Pág. 7-18. En: *Diaphorina citri*: Identificación de la dinámica poblacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en los cultivos de cítricos de Colombia: una herramienta para implementar un sistema piloto de seguimiento de poblaciones del insecto vector del HLB. Asohofrucol. Punto aparte Medellín, 88 p.
- BOTERO, V.; OCHOA, A.; ZAMORA, G.; ORTIZ, A.; FUEL, S.; MONA, E.; MEJÍA, L.; GUARÍN-MOLINA, J.; ORDUZ-RODRÍGUEZ, J.; CHAPARRO-ZAMBRANO, H.; ARÉVALO, E. 2014. *Diaphorina citri*: Identificación de la dinámica poblacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en los cultivos de cítricos de Colombia: una herramienta para implementar un sistema piloto de seguimiento de poblaciones del insecto vector del HLB. Asohofrucol. Punto aparte Medellín, 88 p.
- Guarín-Molina, J. H.; Alves, S. B ; Moura, Gabriel M. ; Pauli, G . 2007. PRODUÇÃO DE INÓCULO POR FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS EM CITRUS NO ESTADO DE SÃO PAULO. In: X Simposio de Controle Biológico, 2007, BRASÍLIA, D.F. X SINCOBIOL INOVAR PARA PRESERVAR A VIDA, 2007.
- Guarín-Molina., J. H.; Alves, S. B.; Moura, Gabriel M. Avaliação da prevalência estacional dos fungos *Lecanicillium* spp. e *Syngliocladium* sp. sobre *Orthezia praelonga* (Hemiptera:Ortheziidae), no estado de São Paulo. In: XXI Congresso Brasileiro de Entomologia, 2006,Recife. XXI Congresso Brasileiro de Entomologia, 2006.
- Guarín-Molina., J. H. ; Alves, S. B ; Moura, Gabriel M. ; Pauli, G . Efeito de três condições de manejo de pragas na mortalidade de *Orthezia praelonga* (Hemiptera: Ortheziidae) por dois fungos entomopatogênicos em pomar de citros, no estado de São Paulo. In: XXICongresso Brasileiro de Entomologia, 2006, Recife. XXI Congresso Brasileiro de Entomologia. Resumos, 2006.
- Ortiz, A; Fuel, S.; Mejia, L.; Guarín, J; Arévalo, M. 2014. Biología de *Diaphorina citri* Kuwayama. En: *Diaphorina citri*, Medellín proyecto: Identificación de la dinámica poblacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) em los cultivos de cítricos de Colombia: una herramienta para implementar um sistema piloto de seguimiento de poblaciones del insecto vector del HLB. 2014. Asohofrucol.

Plan de acción para el HLB de los cítricos en Colombia. Admisibilidad fitosanitaria: gestionar una baja prevalencia mantener áreas libres de HLB plan 2019-2022. Mesa Temática Nacional del Huanglongbing de los Cítricos. 2018

Plan de Acción Nacional de Colombia en el manejo del HLB. Integrado a la Gestión Regional de la FAO. 2015.

## **Sogata *tagosodes orizicolus* muir (Hemiptera: Delphacidae) muir vector del virus de la hoja blanca en el cultivo de arroz**

Cristo Rafael Pérez Cordero \*

\*I.A. M. Sc. Profesional 1. Investigación y Transferencia de Tecnología en arroz. Fedearroz -Fondo Nacional del Arroz. Seccional Montería. e-mail: cristoperez@fedearroz.com.co

El Virus de la Hoja Blanca del arroz (VHBA), es transmitido por el insecto *Tagosodes orizicolus*, conocido como sogata. Este ocasiona daños al cultivo de arroz al alimentarse u ovipositar. Es de importancia económica en la zona tropical y subtropical de América. (Cruz, 2020). El VHBA, es una enfermedad que afecta todas las partes de la planta y es producida por un Tenuivirus y transmitido por sogata. La respuesta de la planta a la infección puede ser desde asintomática hasta enfermedad severa y muerte de la planta.

El complejo Sogata -VHBA ha afectado los cultivos de arroz en forma cíclica, apareciendo con mayor incidencia cada 10-15 años, pudiendo durar la epidemia varios años en los cuales causa graves pérdidas económicas.

**Daños.** El complejo causa dos tipos de daños a la planta de arroz. El daño mecánico y la transmisión del virus de la hoja blanca en forma persistente. En variedades susceptibles, las altas poblaciones del insecto producen secamiento de las hojas y sobre los exudados del insecto crece el hongo fumagina (Cruz, 2020). El daño disminuye a medida que la edad de la planta aumenta. Posee hábitos sedentarios y difícilmente abandona su hospedero.

El insecto puede adquirir el virus transováricamente o por alimentación y por lo tanto se clasifican en vectores activos, potenciales y no vectores (Gálvez *et al* 1961). Los vectores activos pueden transmitir la enfermedad desde que nacen, los potenciales lo pueden transmitir después de adquirirlo y los no vectores están incapacitados para hacer la transmisión. Los insectos además causan daño mecánico por alimentación y oviposición.

El Virus de la Hoja Blanca pertenece al género de los Tenuivirus, fue identificado en Colombia por Morales y Niessen en 1982 y según los mismos autores difiere del virus de la *Echinochloa* como lo confirmó Miranda *et al* (1996). Está estructurado por filamentos de ARN de longitud indeterminada y de 3 a 4 nm de diámetro (Morales y Niessen, 1982). El insecto *Tagosodes orizicolus* es el único vector capaz de portarlo y transmitirlo.

**Síntomas.** Se observan solamente en hojas que emergen después de la inoculación del virus, presentando bandas cloróticas que se fusionan y forman rayas de color amarillo pálido a blancas, paralelas a la nervadura central, desde el ápice hasta la vaina. Posteriormente ocurre un secamiento descendente de las hojas, el cual es más notorio cuando la infección se registra en estados tempranos de la planta.

Las plantas afectadas tienen menos macollas y presentan enanismo. En infecciones tempranas la planta muere, mientras que en infecciones tardías las panículas son de tamaño pequeño con el pedúnculo en forma de ziz – zag con espiguillas vanas, deformes y manchadas. La enfermedad afecta directamente los componentes del rendimiento como número de panículas, granos por panícula, peso del grano y la calidad del grano (Cuevas, 2020).

Respecto a la interacción insecto, virus y la planta, el virus, el período de incubación del VHBA en la planta es aproximadamente de 10 a 25 días dependiendo de la edad de la planta y de la variedad. El período de incubación del VHBA en la sogata, fluctúa entre 20 y 25 días al ser adquirido por

alimentación, también es adquirido maternalmente (transmisión transovárica), mediante la cual muchas generaciones sucesivas del insecto pueden recibirlo con una eficiencia superior al 90%.

El virus se multiplica tanto en la planta como en el insecto vector y presenta dos mecanismos de transmisión. Uno horizontal (planta-insecto-planta) y otro vertical (de la hembra a su descendencia). Este es el factor principal, por la que las ninfas al nacer son transmisoras (Jennings y Pineda, 1971). La habilidad del VHBA de multiplicarse en el vector y de transmitirse a la progenie a través del huevo facilita la persistencia del virus en el insecto en ausencia de plantas de arroz en el campo.

La epidemia del VHBA se presenta en forma cíclica y se relaciona con la dinámica poblacional de sus vectores y su habilidad de transmisión. Cuando se realizan siembras continuas de arroz durante todo el año, se presenta un rápido crecimiento de las poblaciones del insecto con generaciones que se traslapan, produciendo una abundante progenie que, al combinarse con una alta transmisión transovárica y variedades susceptibles, originan alta incidencia del virus a partir de un inoculo inicial pequeño (Cuevas, 2020).

Para el manejo del complejo sogata-VHBA, es indispensable monitorear la población del insecto, determinar el porcentaje de vectores y establecer la incidencia de VHBA en el campo. El uso de la resistencia varietal, el control natural y la protección del control biológico integrados con la información biológica y el monitoreo, permiten manejar eficientemente los insectos fitófagos, ayudan a disminuir las poblaciones y el riesgo de pérdidas económicas.

### **Bibliografía**

- Cruz, Maribel. 2020. Fenotipado para resistencia varietal a la hoja blanca del arroz y a su insecto vector. Memorias 47 Congreso Virtual Sociedad Colombiana de Entomología, SOCOLEN. Medellín. p. 36. ISSN: 2619-2284 (en línea).
- Cuevas Alfredo. 2020. Perdidas en el rendimiento causadas por el virus de la hoja blanca del arroz (VHBA), en Norte de Santander. Vol.68 No.546, mayo-junio, pp 38-49.
- Cuevas Alfredo. 2014. Comportamiento y estrategias en la reducción de la epidemia del virus de la hoja blanca en Norte de Santander. ARROZ. Vol.65 No.510, mayo-junio, pp 22-30.
- Morales, F.J. and Jennings, P.R. 2010. Rice Hoja Blanca: A complex plant-virus-vector pathosystem. Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources 5(043):1-16.
- Pérez, C. et al. 2014. Evaluación de la virulencia de *Tagosodes orizicolus* (Muir) en zonas arroceras de Colombia. Revista Arroz. Vol. 62 No. 510. pp. 12-22.
- Pérez, Cristo., et al. 2010. Informe de evaluación de líneas de arroz al Virus de Hoja blanca. Documento interno de trabajo. Fedearroz-Fondo Nacional del arroz. 5p.
- Pérez, Cristo., et al. 2004. La sogata y los loritos en nuevas variedades de arroz. En: ARROZ (Colombia). Vol. 52 No. 452 pp. 25-31.

## “*Dalbulus maidis* (De Long & Wolcott) vector del complejo del Achaparramiento del maíz”

Jairo Rodríguez Chalarca

Coordinador Senior, Cultivos para la Salud y la Nutrición, Palmira. Correo electrónico para correspondencia: j.chalarca@cgiar.org

Para el Centro Internacional del Mejoramiento del Maíz y de Trigo (CIMMYT), el complejo del “Achaparramiento”, es una de las enfermedades más frecuentes y limitantes en Centro y Sur América. El complejo de patógenos que causan el “Achaparramiento” en el maíz son: (1) corn stunt Spiroplasma (CSS), (2) el maize bushy stunt mycoplasma (MBSM) y (3) el virus del rayado fino del maíz (MRFM) (Albertazzi Castro, 1992). Los agentes vectores son las chicharritas *D. maidis* y *Dalbulus elimatus* Ball (Bajet & Renfro, 1989; Henríquez & Jeffersz, 1997; Sierra-Macías et al., 2007). La sintomatología de las tres enfermedades es variable y se pueden superponer bajo condiciones de campo, de ahí su denominación Complejo del Achaparramiento del Maíz (Hruska & Peralta, 1997). Estos tres patógenos exhiben una particularidad especial, y es que son transmitidos por un único agente vector *D. maidis* y de manera persistente. *D. maidis* tiene una distribución desde California (USA) hasta Argentina, su hospedero principal es el maíz (*zea mays*) y teosintes (*Z. perennis*, *Z. diploperennis*, *Z. mays parviglumis* y *Z. mays mexicana*) (Hruska & Peralta, 1997; Nault, 1980, 1983; Nault & Madden, 1985).

El Corn Stunt (CSS) o achaparramiento del maíz cuyo agente causal es el *Spiroplasma kunkelii* Whitcomb, es la enfermedad actualmente más limitante en el cultivo de maíz en las Américas, por su alta prevalencia y su alto potencial para generar pérdidas en los rendimientos en zonas endémicas (Bajet & Renfro, 1989; Oleszczuk et al., 2020; Oliveira et al., 1998). Luego de su reporte inicial (Alstatt, 1945), su prevalencia se ha incrementado en toda la región (Bradfute et al., 1980; Druetta et al., 2016; Hruska et al., 1996; Oleszczuk et al., 2020). El CSS tiene como agente vector a *D. maidis*, con una característica de propagación del patógeno propagativa persistente, una vez adquirido el patógeno por el vector, permanecerá infectivo durante toda su vida útil (Carpane et al., 2006; Nault, 1980). El CSS, tiene un gran potencial para generar reducción en la producción de maíz (Virla et al., 2004), ha generado pérdidas en diferentes países de América: Estados Unidos, México, Honduras, El Salvador, República Dominicana, Panamá, Nicaragua y Argentina (Sierra-Macías et al., 2007).

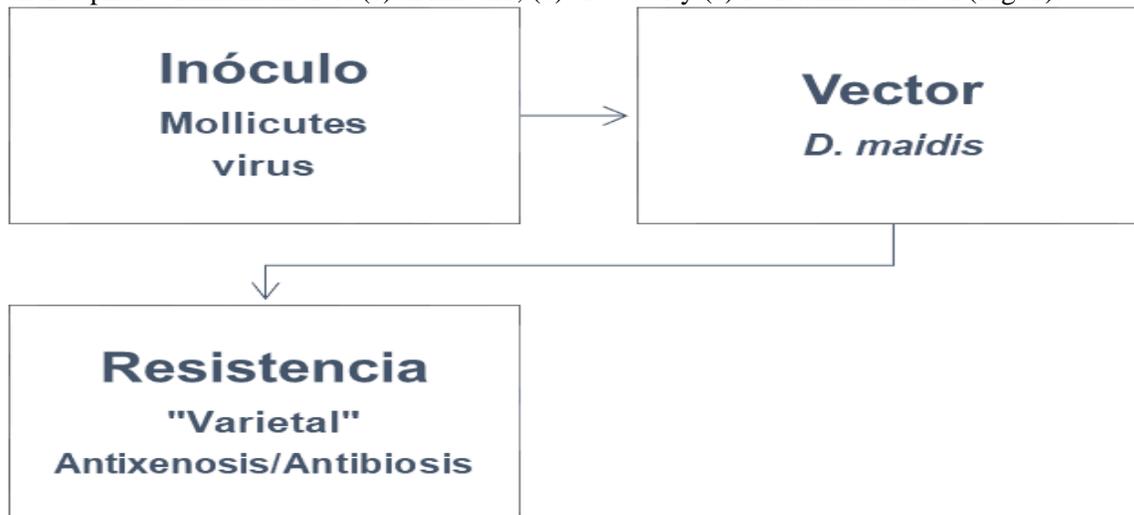
Adicionalmente, *D. maidis* es vector primario de MRFV con características de persistente y progresivo dentro del vector (Bustamante et al., 1998; Gámez, 1973; Gámez, 1983; Nault et al., 1980; Nault & Ammar, 1989; Rivera & Gámez, 1986). A pesar de estar restringido a las Américas, MRFV está muy extendido y se está convirtiendo cada vez más en una limitante en las zonas tropicales (Bradfute et al., 1980; Gámez et al., 1979; Kogel et al., 1996). MRFV, puede generar pérdidas del orden del 10 al 40% en materiales locales y del 100% para materiales recién introducidos (Ancalmo & Davis, 1961; Gamez & Leon, 1988; Peña et al., 1981). La literatura referencia efectos letales en Colombia y El Salvador (Gámez, 1980). En la actualidad las medidas de control implementadas para MRFV no son satisfactorias, y no hay conocimiento de materiales de maíz inmunes (Bustamante et al., 1998; Gamez & Leon, 1988; Toler et al., 1985).

Para el caso del Virus del Rayado Fino del Maíz (MRFM) (De León, 1984). Se reportan pérdidas en rendimiento del orden del 40 al 50% para México, Centroamérica y Colombia (Ramírez Rojas et al., 1998). Este virus no se transmite por medios mecánicos ni por semilla, solo es transmitido por la mediación del vector *D. maidis* de manera persistente con la posibilidad de multiplicarse en el insecto, pero exhibiendo una disminución en su capacidad infectiva en función de la edad del insecto (Gámez, 1973; Ramírez Rojas et al., 1998). Las ninfas como los adultos tienen la capacidad de transmitir el

patógeno con una eficacia del orden del 28 al 33% para adultos y ninfas respectivamente (Paniagua-Zúñiga & Gámez-Lobo, 1976; Ramirez Rojas et al., 1998). González y Gámez (1974), refieren que no hay evidencia de transmisión transovariana del patógeno a la progenie.

En Colombia *D. maidis*, fue reportada como plaga limitante en maíz para el 2016 con pérdidas superiores al 70% en el departamento del Huila. Para el año 2018, fue reportada en el Tolima y durante el 2019 en el Valle del Cauca. El control químico se ha convertido en la única herramienta usada para su manejo. En el Valle del Cauca, se reportan 10 aplicaciones durante el ciclo del cultivo. Por todo esto desde la Alianza Bioersity – CIAT viene desarrollando actividades desde el año 2019 en torno a la problemática del Complejo del Achaparramiento del maíz en el Valle del Cauca. El propósito de la Alianza es poder avanzar n estrategias de manejo que se ajusten a los objetivos del desarrollo sostenible (ODS) que tienen un impacto universal con un enfoque transformador y contempla un mundo de respeto universal hacia la igualdad y la no discriminación (CEPAL), para nuestro caso lo que pretendemos es impactar algunos de estos objetivos: (i) hambre cero, (ii) salud y bienestar, (iii) producción y consumo responsable, (iii) alianzas para lograr los objetivos.

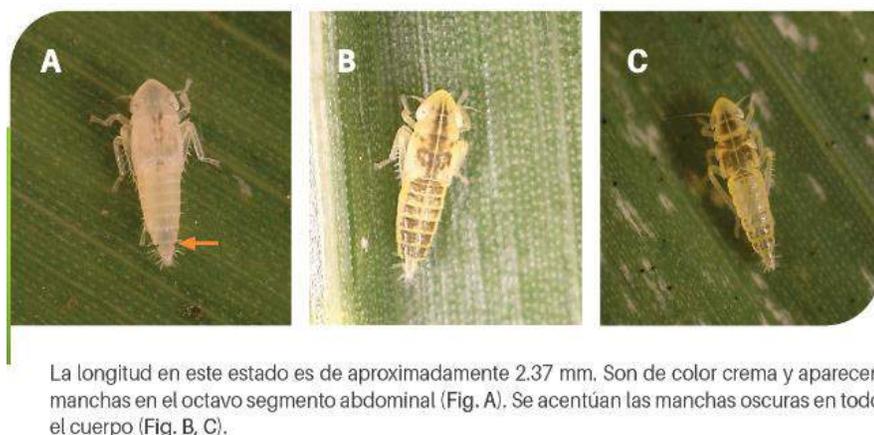
La ruta de trabajo que se plantea para avanzar en la implementación de tácticas de control está basada en tres pilares fundamentales: (a) el inóculo, (b) el vector y (c) resistencia varietal (Fig. 1).



**Figura 1.** Esquema planteado para abordar la investigación de la problemática del complejo del achaparramiento en Colombia.

Desde el punto de vista del inóculo, el objetivo es ampliar el conocimiento de las plantas que pueden ser consideradas hospederos alternos y reservorios naturales de los Mollicutes y virus, agentes causales del Complejo del Achaparramiento del maíz. En este sentido Casuso (2017), reporta como hospederos alternos, teniendo en cuenta que *D. maidis* no se reproduce sobre estas plantas a: (1) Lauraceae (aguacate, *Persea*), (2) Malvaceae (algodón *Gossypium*), (3) Poaceae (*Cynodon dactylon*, *Sorghum bicolor*, *Paspalum*, *Euchlaena*). (4) Solanaceae (papa y berenjena, *Solanum*). De igual manera la literatura, reporta como reservorios naturales del *Spiroplasma kunkelii* a : (1) *Zecoma teosintes* (2) *Euchlaena mexicana* (Shrader) (3) *Zea perennis* (Hitchcok), (4) *Sorghum bicolor* (L) Moench y (5) *Sorghum halepense* L. (Markham et al., 1977; Mendoza et al., 2002). MRFV está restringido a maíz, teosintle y *Tripsacum* (Mendoza et al., 2002). Para MBS, se reportan como hospederos a maíz y teosintle (Markham et al., 1977; Mendoza et al., 2002). Para el caso de Colombia, se registra información de trabajos realizados por AGROSAVIA en el Tolima y Huila para la vigencia 2020, donde reportan algunas arvenses asociadas a lotes de maíz como reservorios naturales de Espiroplasma (CSS) y de Fitoplasma (MBSP) (Vargas, 2021).

Para abordar desde el vector (*D. maidis*), en Colombia se ha avanzado en el conocimiento de los estados de desarrollo del insecto, para una adecuada identificación y como herramienta para el monitoreo en campo (Fig. 2) (Rivas Cano & Rodríguez Chalarca, 2020).



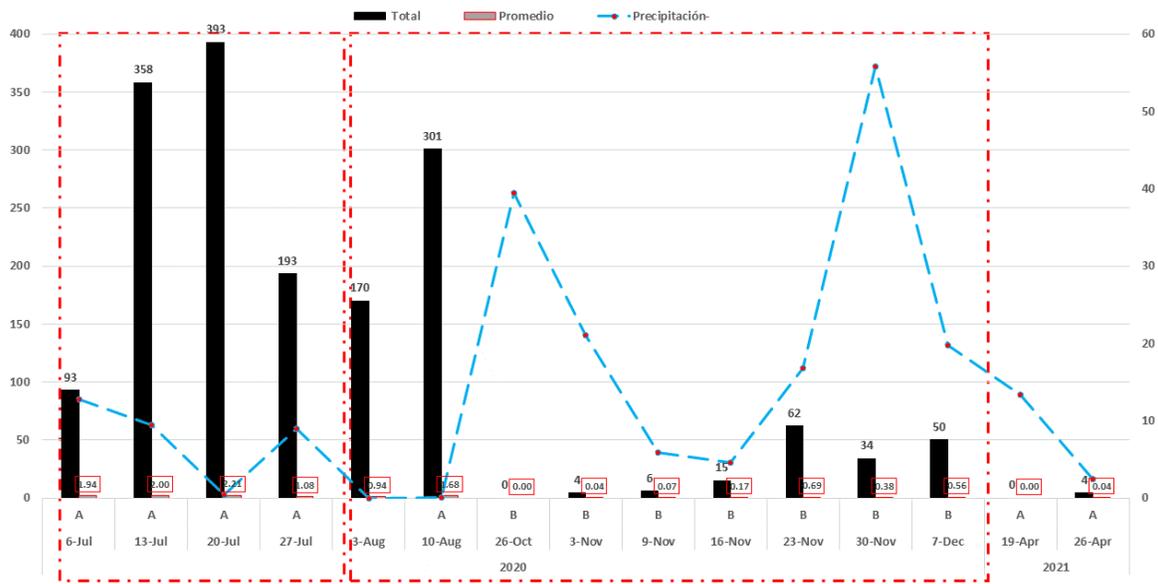
**Figura 2.** Descripción de ninfa de tercer estadio de *D. maidis* (Rivas Cano & Rodríguez Chalarca, 2020).

Con respecto al enfoque del vector, el monitoreo se constituye en la herramienta más importante para la toma de decisiones y la implementación de tácticas de manejo. En el Valle del Cauca, se han venido implementado algunas estrategias de monitoreo con la participación del ICA, Fenalce, Advanta, BioCrop, La Alianza Bioversity – CIAT en colaboración con técnicos y agricultores en maíz tanto duro como en dulce. La Alianza con apoyo de Advanta y Fenalce, viene impulsando la implementación de trampas amarillas como un componente fundamental en el monitoreo temprano de *D. maidis* (Rodríguez Chalarca, 2020) (Fig. 3).

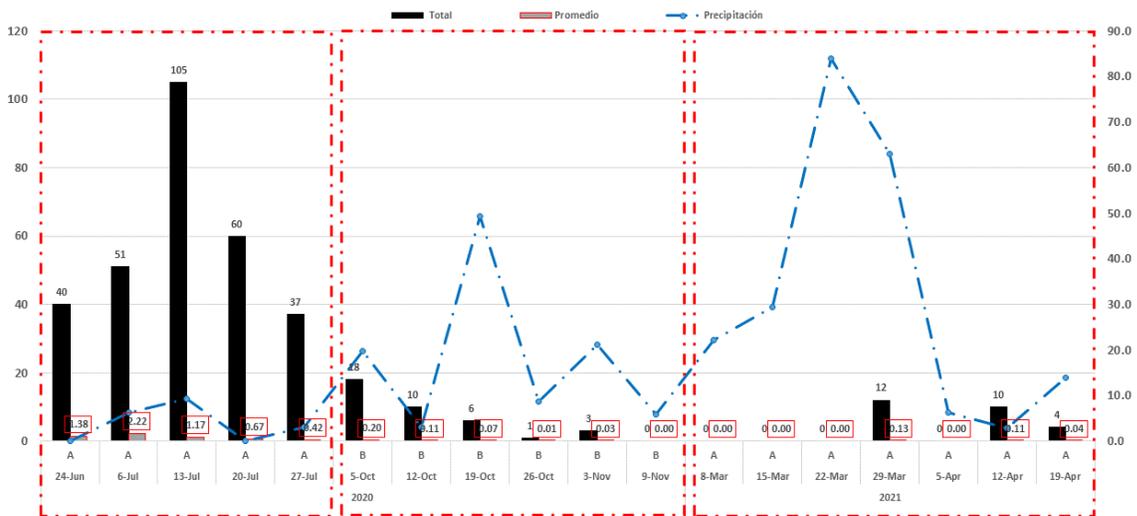


**Figura 3.** Implementación de trampas amarillas para el monitoreo de *D. maidis* (alerta temprana). Fotos (Rodríguez, 2020-2021).

Se vienen desarrollando actividades en campo, para la identificación de las mejores prácticas de control que puedan ser incorporadas en un manejo integrado para la problemática de *D. maidis*. La Alianza, adelanta investigación para implementar un control biológico con hongos entomopatógenos en combinación con agentes químicos (Rodríguez Chalarca et al., 2020). A la fecha la combinación de entomopatógenos más agentes químicos, exhibieron los mejores resultados para el control de adultos de *D. maidis* en condiciones de la vereda La Selva (Ginebra, Valle del Cauca) en maíz dulce. Esta investigación, ha permitido conocer la dinámica de adultos de *D. maidis* para la vigencia 2020 y poder estimar los picos poblacionales del insecto para el caso de maíz dulce (Fig. 4a, 4b).



**Figura 4a.** Dinámica poblacional de *D. maidis* para la vigencia 2020-2021 (Lote 1), en la vereda La Selva (Ginebra, Valle del Cauca) en maíz dulce: Total (adultos *D. maidis*/fecha), Promedio (adultos/90 muestras), Precipitación (acumulada/semana).



**Figura 4b.** Dinámica poblacional de *D. maidis* para la vigencia 2020-2021 (Lote 2), en la vereda La Selva (Ginebra, Valle del Cauca) en maíz dulce. Total (adultos *D. maidis*/fecha), Promedio (adultos/90 muestras), Precipitación (acumulada/semana).

Por último, una de las alternativas es la generación de cultivos resistentes (Hogenboom, 1993). La generación de materiales de maíz resistentes puede tener como objetivo el patógeno o el insecto vector

(Azzam & Chancellor, 2002). La resistencia del hospedero al insecto vector puede implicar dos mecanismos como lo son la Antixenosis y/o antibiosis (Oleszczuk et al., 2020; Rezaul Karim A, 1991; Saxena, 1987). Entendiendo la Antixenosis, como la no preferencia por el huésped, para el caso de los insectos se traduce en un menor tiempo de contacto entre el insecto-huésped y redundando en una eficiencia de transmisión para el caso de insectos vectores. Por otro lado, la antibiosis es el impacto de la calidad nutricional del hospedero sobre el desarrollo del huésped generando efectos subletales en aspectos como: desarrollo, supervivencia y reproducción. Generando un impacto poblacional del insecto vector con un efecto directo sobre la propagación del patógeno en campo (Oleszczuk et al., 2020). Por el lado del patógeno, la resistencia está dirigida a la planta que, para el caso del achaparramiento del maíz, se torna más compleja al involucra tres patógenos que pueden coincidir en condiciones de campo (Hruska & Peralta, 1997).

## **Bibliografía**

- Albertazzi Castro, F. J. (1992). Estudio sobre el patrón de acumulación y multiplicación del virus del rayado fino en plantas de maíz infectadas (*Zea mays* L.).
- Alstatt, G. (1945). A new corn disease in the Rio Grande Valley. *Plant Disease*, 29, 533-534.
- Ancalmo, O., & Davis, W. (1961). Achaparramiento (corn stunt). *Plant Disease Reporter*, 45(4), 281-&.
- Azzam, O., & Chancellor, T. C. (2002). The biology, epidemiology, and management of rice tungro disease in Asia. *Plant Disease*, 86(2), 88-100.
- Bajet, N., & Renfro, B. (1989). Occurrence of corn stunt spiroplasma at different elevations in Mexico. *Plant Disease*, 73(11), 926-930.
- Bradfute, O., Nault, L., Gordon, D., Robertson, D., Toler, R., & Boothroyd, C. (1980). Identification of maize rayado fino virus in the United States. *Plant Dis*, 64, 50-53.
- Bustamante, P. I., Hammond, R., & Ramirez, P. (1998). Evaluation of Maize Germ Plasm for Resistance to Maize Rayado Fino Virus. *Plant Dis*, 82(1), 50-56. <https://doi.org/10.1094/PDIS.1998.82.1.50>
- Carpane, P., Laguna, I. G., Virla, E. G., Paradell, S., Murúa, L., & Giménez-Pecci, M. d. I. P. (2006). Experimental transmission of corn stunt spiroplasma present in different regions of Argentina.
- Casuso, M. (2017). *Dalbulus maidis* (De Long & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae): una plaga que va cobrando importancia en los maíces del sudoeste chaqueño.
- De León, C. (1984). Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo.
- Druetta, M., Raspanti, J., Luna, I., Barontini, J., Maurino, M., Ferrer, M., Laguna, I., & Giménez Pecci, M. (2016). Incidencia y Prevalencia de Corn Stunt Spiroplasma en la Región Subtropical de Argentina. Análisis de la evolución de la enfermedad en el periodo 2011-2015. INTA. In.
- Gámez, R. (1973). Transmission of rayado fino virus of maize (*Zea mays*) by *Dalbulus maidis*. *Annals of Applied Biology*, 73(3), 285-292.
- Gámez, R. (1980). Maize Rayado Fino Virus. Descriptions of Plant Viruses no. 220. *Commonw. Mycol.*
- Gámez, R. (1983). The ecology of maize rayado fino virus in the American tropics. *Plant Virus Epidemiology*, 267-275.
- Gámez, R., Kitajima, E. W., & Lin, M. (1979). The geographical distribution of maize rayado fino virus. *Plant Disease Reporter*, 63(10), 830-833.

- Gamez, R., & Leon, P. (1988). Maize rayado fino and related viruses. In *The plant viruses* (pp. 213-233). Springer.
- González, V. R., & Gámez Lobo, R. (1974). Algunos factores que afectan la transmisión del virus del rayado fino del maíz por *Dalbulus maidis* DeLong & Wolcott.
- Henríquez, P., & Jeffersz, D. (1997). El achaparramiento del maíz: patógenos, síntomas y diagnóstico.
- Hogenboom, N. (1993). Economic importance of breeding for disease resistance. In *Durability of disease resistance* (pp. 5-9). Springer.
- Hruska, A. J., Gladstone, S. M., & Obando, R. (1996). Epidemic roller coaster: maize stunt disease in Nicaragua. *American Entomologist*, 42(4), 248-252.
- Hruska, A. J., & Peralta, M. G. (1997). Maize Response to Corn Leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) Infestation and Achaparramiento Disease. *Journal of Economic Entomology*, 90(2), 604-610. <https://doi.org/10.1093/jee/90.2.604>
- Kogel, R., Hammond, R. W., & Ramirez, P. (1996). Incidence and geographic distribution of maize rayado fino virus (MRFV) in Latin America. *Plant Disease*, 80(6), 679-683.
- Markham, P., Townsend, R., Plaskitt, K., & Saglio, P. (1977). Transmission of corn stunt to dicotyledonous plants. *Plant Disease Reporter*, 61(5), 342-345.
- Mendoza, M., López, A., Rodríguez, S. A., Oyervides, A., De León, C., & Jeffers, D. P. (2002). Acción Génica de la Resistencia al Achaparramiento del Maíz Causado por Espiroplasma, Fitoplasmas y Virus. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 20(1).
- Nault, L. (1980). Maize bushy stunt and corn stunt: a comparison of disease symptoms, pathogen host ranges, and vectors. *Phytopathology*, 70(7), 659-662.
- Nault, L. (1983). Origins in Mesoamerica of maize viruses and mycoplasmas and their leafhopper vectors. *Origins in Mesoamerica of maize viruses and mycoplasmas and their leafhopper vectors.*, 259-266.
- Nault, L., Gingery, R., & Gordon, D. (1980). Leafhopper transmission and host range of maize rayado fino virus. *Phytopathology*, 70(8), 709-712.
- Nault, L., & Madden, L. (1985). Ecological strategies of *Dalbulus* leafhoppers. *Ecological Entomology*, 10(1), 57-63.
- Nault, L. R., & Ammar, E.-D. (1989). Leafhopper and planthopper transmission of plant viruses. *Annual Review of Entomology*, 34(1), 503-529.
- Oleszczuk, J. D., Catalano, M. I., Dalaisón, L., Di Rienzo, J. A., Giménez Pecci, M. D. L. P., & Carpane, P. (2020). Characterization of components of resistance to Corn Stunt disease. *PLoS ONE*, 15(10), e0234454. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234454>
- Oliveira, E., Waquil, J., Fernandes, F., Paiva, E., Resende, R., & Kitajima, E. (1998). " Enfezamento pálido" e " enfezamento vermelho" na cultura do milho no Brasil Central. *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- Paniagua-Zúñiga, R., & Gámez-Lobo, R. (1976). El virus del rayado fino del maíz: estudios adicionales sobre la relación del virus y su insecto vector. Rayado fino virus of maize: additional studies on the relation between the virus and its insect vector. *Turrialba*, 26(1), 39-43.
- Peña, R., Alberto, M., Alonso, G., & Rodríguez Montessoro, R. (1981). *Algunos aspectos relacionados con el virus del rayado fino del maíz en México*.

- Ramirez Rojas, S., Romero Rosales, F., Jeffers, D., Martinez Garza, A., & Mejia Andrade, H. (1998). *Reacción de ocho variedades de maíz al virus del rayado fino en Chapingo, México.*
- Rezaul Karim A, S. R. C. (1991). Feeding behavior of three *Nephotettix* species (Homoptera: Cicadellidae) on selected resistant and susceptible rice cultivars, wild rice, and graminaceous weeds. *J. Econ. Entomol.*, 84(4), 1208-1215.
- Rivas Cano, A., & Rodríguez Chalarca, J. (2020). *Descripción de los estados de desarrollo de Dalbulus maidis (DeLong)(Hemiptera: Cicadellidae) Vector de enfermedades en maíz.* International Center for Tropical Agriculture (CIAT).
- Rivera, C., & Gámez, R. (1986). Multiplication of maize rayado fino virus in the leafhopper vector *Dalbulus maidis*. *Intervirology*, 25(2), 76-82.
- Rodríguez Chalarca, J. (2020). Control y manejo de *Dalbulus maidis*. In A. d. B. I. y. e. C. I. d. A. Tropical (Ed.). Cali, Colombia.
- Rodríguez Chalarca, J., Parody, J. A., & Vargas, C. A. (2020). *Manejo Dalbulus maidis (Hemiptera: Cicadellidae)(De Long & Wolcott 1923) en el Valle del Cauca* 47° Congreso SOCOLEN <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/109891/39.pdf?sequence=1>
- Saxena, R. (1987). Antifeedants in tropical pest management. *International Journal of Tropical Insect Science*, 8(4), 731-736.
- Sierra-Macías, M., Palafox-Caballero, A., Becerra-Leor, E. N., Cordova, H., Espinosa Calderón, A., & Rodríguez-Montalvo, F. A. (2007). Comportamiento de híbridos de maíz con alta calidad de proteína, por su buen rendimiento y tolerancia al "achaparramiento". *Agronomía Mesoamericana*, 18(1), 93-101.
- Toler, R., Skinner, G., Bockholt, A., & Harris, K. (1985). Reactions of maize (*Zea mays*) accessions to maize rayado fino virus. *Plant Disease*, 69(1), 56-57.
- Vargas, Á. M. (2021). Achaparramiento Arbustivo del Maíz como limitante en la producción de forraje y grano. In *Achaparramiento arbustivo del maíz: quién lo causa, cuándo se expresa y sus posibles estrategias de manejo*. Tolima, Espinal Internet: AGROSAVIA, C.I. Nataima.
- Virla, E. G., Díaz, C., Carpane, P., Laguna, I. G., Ramallo, J., Geronimo Gomez, L., & Giménez Pecci, M. (2004). Estimación preliminar de la disminución en la producción de maíz causada por el Corn Stunt *Spiroplasma* (CSS) en Tucumán, Argentina.

## SIMPOSIO 7. ECOTOXICOLOGÍA DE INSECTICIDAS

### Resistencia de plagas agrícolas a insecticidas en Colombia

Tito Bacca<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Profesor Titular, Departamento de Producción y Sanidad Vegetal, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima, Colombia. titobacca@ut.edu.co

La resistencia de insectos a insecticidas es definida según el IRAC como: Un cambio hereditario en la sensibilidad de una población de plagas, que se refleja en el fracaso repetido de un insecticida para lograr el nivel de control esperado, esto cuando se usa de acuerdo con las recomendaciones de la etiqueta para esa especie de plaga. Este fenómeno es muy frecuente debido al mal uso de los insecticidas, principalmente por la presión de selección ejercida por un mismo modo de acción de un insecticida a una plaga objetivo. La resistencia de plagas agrícolas a insecticidas en Colombia ha sido poco estudiada, debido a la falta de interés y conocimiento de su importancia en planes de manejo integrado de plagas.

Para el caso de los insectos de importancia médica en Colombia existe una mayor información, debido a que a partir de 2004 el Instituto Nacional de Salud creó la Red de vigilancia de la resistencia a insecticidas de uso en salud pública, por esta razón existe mayor documentación de la resistencia de mosquitos al uso de insecticidas.

Para la resistencia en plagas agrícolas en Colombia, la mayor información se tiene para *Helicoverpa virescens* en el cultivo del algodón en la década del 70 y 80, donde reporta la resistencia de esta plaga a los organofosforados y piretroides. Sin embargo, gracias a prácticas del manejo integrado que racionalizaban el uso de insecticidas la susceptibilidad en algunos casos pudo recuperarse. Otra plaga que se tiene registro histórico es para el cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda*, en 1985 se reportó resistencia de esta plaga al uso del clorpirifos, metomil, cipermetrina en varias regiones maiceras del país, y susceptibilidad al diflubenzuron y Bt. En 2009 en la región del norte del Tolima aún se encontró tolerancia al metomil y resistencia a la lambda cialotrina en razas de *S. frugiperda* de arroz y maíz, ya para el año 2018 según estudios de la Universidad del Tolima, se encontró recuperación de la susceptibilidad de esta plaga a seis insecticidas de diferentes modos de acción, esto posiblemente al uso al uso de cultivos de maíz Bt.

Otras plagas como las moscas blancas *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* fueron estudiadas por el CIAT, estas presentaron resistencia a carbamatos, organofosforados y piretroides, a partir de estos hallazgos se recomienda un plan de manejo de la plaga y el adecuado uso de insecticidas. En las tres últimas décadas existen en Colombia algunos registros puntuales sobre casos de resistencia, como por ejemplo de *Tetranychus cinnabarinus* a cihexatin, *Hypothenemus hampei* al endosulfan y *Tuta absoluta* al uso de piretroides.

Recientemente existen investigaciones en *Tecia solanivora* y *Rhyzopertha dominica*, gracias a estudios realizados por la Universidad del Tolima y la Universidad de Nariño en colaboración de investigadores de la Universidad Federal de Viçosa y Federal de Lavras de Brasil. Para la principal plaga de la papa *T. solanivora*, se encontró resistencia múltiple en varias poblaciones de Nariño y en una de Boyacá a la permetrina, clorpirifos y carbofurán. En el caso del piretroide fue posible identificar una mutación en la plaga de tipo kdr en un solo punto (L1014F) a altas frecuencias en las poblaciones resistentes. Estas poblaciones con resistencia múltiple, presentaron compensación y

aumento del costo adaptativo en la biología de la plaga como, acortamiento de ciclo de vida, aumento de mortalidad en algunos estados biológico y retraso en el inicio de la oviposición.

En los últimos años fue registrada la ineficacia de los insecticidas para el control de *Rhyzopertha dominica*, que es considerada la principal plaga del arroz almacenado en Colombia. En el Tolima se comprobó que los piretroides utilizados solamente producen el 20% de control de la plaga la plaga. Además, fue posible también determinar que existen altos nivel de resistencia en las poblaciones de *R. dominica* de El Espinal con respecto a las poblaciones de Ibagué.

Finalmente se plantean algunas recomendaciones y sugerencias para incentivar y promover el estudio de la resistencia de los insectos plaga a los insecticidas en Colombia. Actualmente en el país no existen programas de investigación en esta área. Por lo tanto, se recomienda establece líneas de investigación en esta área de la toxicología de insecticidas. Esta investigación debe estar encaminada a evaluar las falla de control en plagas con el uso de insecticidas para explora la aparición de resistencia. Esto con el fin de tener criterios para el establecimiento de planes de manejo integrado de plagas clave en el país, enfocados en el menor uso posible de insecticidas químicos para evitar la aparición de resistencia y buscar compatibilidad con otras estrategias como el control biológico.

**Palabras claves:** Toxicología, control químico

## Novedosas formulaciones y tecnología de aplicación de aceites esenciales para el control de insectos plaga: el nexo entre la información y el uso práctico

Lucia, A. <sup>1,2,3</sup> & E Guzmán <sup>4,5</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable (INEDES, CONICET-UNLu). Ruta 5 y Avenida Constitución, 6700 Luján, Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> Centro de Investigación en Sanidad Vegetal (CISaV). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Calles 60 y 119, 1900 La Plata, Argentina.

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Calles 60 y 119, 1900 La Plata, Argentina.

<sup>6</sup> Departamento de Química Física, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid. Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, Spain.

<sup>7</sup> Instituto Pluridisciplinar, Universidad Complutense de Madrid. Paseo Juan XXIII 1, 28040 Madrid, Spain.

Los aceites esenciales (AEs) han sido estudiados durante décadas como potenciales alternativas para el control de insectos plaga. Sin embargo, la información científica generada en laboratorio normalmente carece de utilidad para su uso práctico. En los bioensayos toxicológicos realizados en condiciones de laboratorio los solventes de aplicación presentan condiciones óptimas de penetración a través de la cutícula, mientras que el solvente de aplicación para pulverizaciones en condiciones de campo es el agua. Esta diferencia casi imperceptible representa la principal limitante para interpretar los resultados obtenidos en laboratorio y transferirlos a condiciones de campo. Es por esto último que los AEs (como la mayoría de las moléculas bioactivas) necesitan ser formulados para su comercialización, debido a su limitada solubilidad en agua. Finalmente, el desarrollo de formulaciones permite evaluar dichos AEs en escala de pre-campo y campo, lo que conllevaría a resultados más cercanos a escenarios reales de uso final. En los últimos años, el grupo de estudio ha diseñado, desarrollado y caracterizado al menos siete tipos diferentes de formulaciones que contienen componentes de aceites esenciales como ingredientes activos o coadyuvantes. Las formulaciones obtenidas hasta el momento pueden ser clasificadas de la siguiente manera: **1:** microemulsiones libres de surfactantes formadas en el sistema ternario agua/eugenol/etanol estabilizada en la región donde se produce el efecto "pre-ouzo" **2:** micelas poliméricas dispersables en agua conteniendo diferentes componentes de aceites esenciales **3:** emulsiones Pickering donde las pequeñas gotas de eucalyptol y eugenol son estabilizadas por nanopartículas de sílice **4:** nanopartículas de sílice decoradas por un polímero tribloque **5:** micelas poliméricas que actúan como nanotransportadores de sustancias lipofílicas con actividad insecticida (IGRs) **6:** perlas de alginato-polímero que contienen aceites esenciales y **7:** geles repelentes. Una de las características principales de estos sistemas es que pueden prepararse con simple agitación y modificación de temperatura, lo que conduce a productos estables en una amplia gama de composiciones. Estos productos han sido evaluados sobre diferentes insectos plaga y han demostrado una adecuada efectividad. Los resultados de este trabajo abren nuevas perspectivas para el diseño de nuevas formulaciones con adecuada bioactividad sobre insectos plaga, menor toxicidad y menor impacto ambiental debido principalmente a su alto contenido de agua, que reemplazaría el uso de solventes orgánicos.

Por otro lado, la unidad de referencia en la cual es expresada la dosis difiere notablemente entre el bioensayo en laboratorio y la dosis en la que se expresa normalmente a campo. Uno de los ejemplos más comunes es el uso insecto (o su peso) como unidad de referencia para ser expresada la dosis (mg/ia/insecto o peso del insecto), esto limita la transferencia de los resultados para ser comparados con

las dosis de controles positivos de uso real, debido a que la referencia a campo generalmente es expresada en volumen ( $m^3$ ), superficie ( $m^2$ ), o unidad (nido, animal. etc), pero nunca es el insecto. En tercer lugar, las altas dosis reportadas para algunos AEs superan ampliamente la capacidad física de la maquinaria utilizada para ser aplicada a campo, limitando su potencial aplicación. En concordancia con estas limitantes, existen escenarios de mayor probabilidad de éxito para el uso de AEs, pudiendo encontrarse entre ellos los reservorios de agua pequeños, huertas familiares, invernaderos, individuos, etc, donde el escenario de aplicación es accesible y de fácil manejo. En estos escenarios es indispensable diseñar nuevos formulados que presenten una adecuada bioactividad sobre insectos plaga, menor toxicidad y menor impacto ambiental.

## Usando la toxicología para el diseño racional de insecticidas y repelentes: enfoque para insectos de interés médico

Jonny E. Duque<sup>1</sup> & Stelia C. Méndez-Sánchez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Profesor titular Ph.D. Centro de investigaciones en Enfermedades Tropicales (CINTROP), Facultad de Salud, Escuela de Medicina, Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Santander, Colombia. E-mail: jonedulu@uis.edu.co

<sup>2</sup>Profesor asociado Ph.D. Grupo de Investigación en Bioquímica y Microbiología (GIBIM), Facultad de ciencias, Escuela de Química, Universidad Industrial de Santander. E-mail: scmendez@uis.edu.co

Diseñar bioproductos para el control de insectos plaga que sean efectivos, no generen resistencia a sus principios activos y que sean biológicamente seguros, es un reto para los investigadores. Productos hechos por el hombre mediante síntesis química o extraídos de fuentes naturales deben presentar criterios de toxicidad diferencial donde racionalmente ataquen el individuo problema y su vez sean amigables con el ambiente. El objetivo de este trabajo es presentar una forma sensata sobre el diseño formulaciones con acción insecticida y repelente contra insectos vectores usando la toxicología como la base de formulación de sustancias útiles en el control de plagas. Para cumplir con este propósito se iniciará presentando la metodología de selección de las moléculas de interés, el proceso experimental para verificar la bioactividad (Insecticida y repelente) como un primer paso de evaluación en laboratorio, selección del sitio activo para atacar con precisión el insecto, preparación de mezclas, pruebas de toxicidad en células y formulación de prototipos. Finalmente, se mostrarán resultados de acción insecticida y repelente contra *Aedes aegypti* usando la toxicología como una plataforma estratégica para el diseño de formulaciones bioactivas y eco-amigables con el medio ambiente.

**Palabras clave:** Formulaciones, actividad repelente, actividad insecticida, Mecanismo de acción.

## **SIMPOSIO 9. AVANCES EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS DE LA PALMA DE ACEITE CON ENTOMOPATÓGENOS**

### **Perspectivas en el desarrollo y uso de controladores biológicos para el control de plagas de la palma de aceite.**

Alex Enrique Bustillo Pardey

Investigador Emérito Cenipalma

#### **INTRODUCCIÓN**

La palma de aceite *Elaeis guineensis*, tiene muchos problemas de plagas en Colombia, especialmente defoliadores de las familias Limacodidae, Megalopygidae, Nymphalidae, Oecophoridae y Stenomidae, que causan daños de importancia económica al cultivo. Sin embargo, poseen muchos enemigos nativos especialmente parasitoides, depredadores y microorganismos como los hongos, virus, nematodos y bacterias los cuáles serán tema de este simposio.

El cultivo de la palma de aceite tiene ciertas características que se deben tener en cuenta para plantear soluciones a los problemas fitosanitarios. La palma de aceite se cultiva en diferentes zonas ecológicas en Colombia y bajo diferentes sistemas de manejo, muchos no apropiados que pueden predisponer el cultivo a diferentes problemas, que varían de acuerdo a la zona donde se desarrolle la palmicultura. Esta situación ha llevado a Fedepalma y su Centro de Investigación, Cenipalma, a sentar bases y directrices para llevar a cabo sus investigaciones, que permitan resolver los problemas de plagas de la palma de aceite, dentro de un marco de sostenibilidad social, ambiental y económica, para presentar recomendaciones apropiadas al palmicultor y así puedan alcanzar los fines trazados, con su cultivo.

Los ecosistemas perennes, como el de la palma de aceite, se asemejan a los ecosistemas Forestales, en efecto el de la palma se considera Agroforestal ya que presenta problemas similares de defoliadores e insectos barrenadores y a su vez una fauna benéfica muy importante. En los ecosistemas Agroforestales, existe una regulación natural de sus poblaciones, debido a la presencia de una fauna benéfica variada y muchas veces abundante, que mantiene bajo control, poblaciones de muchos insectos que pueden tornarse en plagas, si el ecosistema es intervenido con plaguicidas. Esto se ha demostrado en muchas partes del mundo y en estudios realizados en Colombia, con plagas de plantaciones de coníferas, (Drooz *et al.* 1977; Bustillo & Drooz, 1977); en ecosistemas cafeteros (Bustillo, 2008) y en el cultivo de la caña de azúcar (Bustillo, 2012). La palma aceitera, no es una excepción a esta situación mencionada, es un cultivo perenne y en Colombia enfrenta la amenaza de un gran número de insectos defoliadores, que requieren ser controlados adecuadamente, para evitar pérdidas considerables en su producción y para evitar que otras plagas menores, se conviertan en nuevos problemas para la palmicultura. (Bustillo, 2019).

Los estudios realizados en el pasado han develado la gran importancia de mantener un equilibrio biológico, basado en la conservación de la fauna benéfica, a través de la proliferación artesanal de preparados con larvas infectadas por virus para el control de defoliadores, la producción de hongos y nematodos entomopatógenos y la colecta en el campo, cría y liberación de algunas especies de depredadores y parasitoides de las principales plagas que afectan la palma aceitera. Sin embargo, las recomendaciones derivadas de estos estudios, al ser puestas en práctica en plantaciones comerciales, en muchos casos no logran los resultados esperados, generando desconcierto entre los cultivadores, los cuales optan por otras medidas como son el uso irracional de insecticidas químicos, con las consecuencias antes mencionadas.

En este simposio, los investigadores de Cenipalma presentarán información sobre las diferentes investigaciones realizadas para determinar la viabilidad de utilizar entomopatógenos para el control de plagas de la palma de aceite en Colombia.

## **Bibliografía**

- Bustillo Pardey, A. E. 2008. Los insectos y su manejo en la caficultura colombiana. Editor. FNC – Cenicafé, Chinchiná (Colombia). Editorial Blancolor Ltda., Manizales, Colombia, 466 p. ISBN 978 958 98193 9 5.
- Bustillo Pardey, A. E. 2012. Plagas de la caña de azúcar en Colombia. Descripción, monitoreo y control. Cenicafé, Cali, Colombia, Editorial Feriva, 187 p.
- Bustillo Pardey, A. E. 2019. Impacto de los insectos defoliadores en la producción de la palma de aceite en Colombia. *Palmas*, 40 (4): 151-160.
- Bustillo Pardey, A. E.; A. T. Drooz. 1977. Cooperative establishment of a Virginia (USA) strain of *Telenomus alsophilae* on *Oxydia trychiata* in Colombia. *Journal of Economic Entomology*, 70 (6): 767-770.
- Drooz, A. T.; Bustillo, A. E.; Fedde, G. F.; Fedde, V. H. 1977. North American egg parasite successfully controls a different host genus in South America. *Science*, 197: 390-39.

## **Colección de hongos entomopatógenos del centro de investigación en palma de aceite (Cenipalma), la naturaleza al servicio de la palmicultura colombiana**

Leidy Johanna Contreras-Arias<sup>1</sup>; Anuar Morales Rodríguez

<sup>1</sup>Auxiliar de investigación, Cenipalma. Correo electrónico: ljcontreras@cenipalma.org; <sup>2</sup>Coordinador Programa de Plagas y Enfermedades, Cenipalma. Correo electrónico: amorales@cenipalma.org

Correo electrónico para correspondencia: ljcontreras@cenipalma.org

### **Resumen**

Las colecciones de cultivos microbianos, han surgido como una necesidad para preservar y disponer continuamente de estos, cuando sean requeridos para su estudio, ya sea para propósitos de tipo académico, investigativo o para producción masiva; en las colecciones, los hongos entomopatógenos (HE) tienen un espacio significativo debido a que prácticamente todos los órdenes de insectos son susceptibles a enfermedades causadas por estos, debido a su modo de acción los HE son preferidos por sobre las bacterias y virus para el desarrollo de bioplaguicidas, ya que estos son capaces de infectar por penetración directa sobre la cutícula del insecto y al ser formulados funcionan como insecticidas de contacto (Montesinos-Matias et al. 2013; Behle and BIRTHISEL 2014), es por ello que los HE constituyen una herramienta esencial en programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP).

El programa de MIP aplicado por el Centro de Investigación en Palma de Aceite-Cenipalma fundamenta sus actividades en el control biológico, con base a esto se estableció en el año 2004 la Colección de Hongos Entomopatógenos (CHE), la cual se encuentra conservada en el Laboratorio de Microorganismos Entomopatógenos de Cenipalma (LMEC), con el objetivo de coleccionar, purificar y conservar los especímenes aislados a partir de los insectos plaga recolectados en campo, esta colección permite seleccionar los aislamientos que, de acuerdo a sus características, sean más adecuados para ser utilizados en una estrategia de control microbiano por incremento (Jaronski and MASCARIN 2017) en planes de manejo integrado de las diferentes plagas de la palma de aceite según las necesidades de cada zona.

El cultivo de la Palma de Aceite en Colombia se encuentra dividido en cuatro zonas palmeras: Norte, Central, Oriental, Sur-Occidental, que abarcan 161 municipios de 21 departamentos (Fedepalma 2020); los investigadores de Cenipalma pertenecientes al área de entomología presentes en cada zona, coleccionan especímenes de insectos en campo que presentan síntomas de infección con HE, el aislamiento de los hongos se realiza mediante las técnicas de siembra directa o siembra por diluciones.

Una vez se cuenta con el HE puro, se procede con la identificación del género de la cepa aislada realizando la comparación de las estructuras de los hongos aislados con las claves taxonómicas de Humber (2012), algunas especies de la CHE se han identificado utilizando técnicas moleculares; los métodos de conservación que se utilizan para conservar las cepas son: congelación en glicerol al 10%, refrigeración en agua destilada estéril y papel filtro seco.

La CHE preserva especímenes aislados desde el 2004 hasta la fecha, esta colección representa una pequeña ventana donde podemos vislumbrar un mundo de riqueza microbiana, siendo una pequeña muestra de la vasta diversidad con la que cuenta el país, ya que a mayo del presente año la colección cuenta con 265 (Tabla 1) especímenes recolectados tan solo en 33 municipios de nueve departamentos ubicados en las cuatro zonas palmeras.

**Tabla 1.** Número de cepas preservadas en la CHE de Cenipalma según el orden del hospedador

IDENTIFICACIÓN	ORDEN DEL HOSPEDADOR			
	Coleoptera	Díptera	Hemiptera	Lepidóptera
<i>Beauveria bassiana</i>	14		15	26
<i>Cordyceps cateniannulata</i>				1
<i>Cordyceps</i> sp.			13	66
<i>Lecanicillium lecanii</i>	1	1	3	
<i>Metarhizium anisopliae</i>	8		1	1
<i>Metarhizium rileyi</i>				2
<i>Metarhizium</i> sp.	75		17	12
<i>Purpureocillium lilacinum</i>			1	4

Esta gran variedad de cepas aisladas de diversos ordenes de insectos, ha permitido a la CHE suministrar las cepas que se han utilizado en las investigaciones realizadas por Cenipalma en el control de diversos insectos plaga de la palma de aceite como: *Leptopharsa gibbicarina* Froeschner, 1976 inductor de la enfermedad llamada Pestalotiopsis (Barrios T. et al. 2016), *Haplaxius crudus* (Van Duzee, 1907) vector del agente causante de la Marchitez letal (Rosero et al. 2020), *Demotispia neivai* Bondar, 1940 raspador del fruto (Montes-Bazurto et al. 2020b) y *Stenoma impresella* Meyrick, 1916 defoliador (Montes-Bazurto et al. 2020a); en el momento la CHE suministra las cepas para los ensayos que se están llevando a cabo en el control de *Strategus aloeus* L., 1758 barrenador del bulbo, y *Cephaloleia vagelineata* Pic., 1926 raspador de la flecha.

Como se denota, los insectos plaga se alimentan de todos los órganos de la palma, y su número no es contante, ya que a menudo puede ocurrir que un insecto que causa daños ocasionales pase a ser una plaga recurrente, es allí donde radica la importancia de almacenar y conservar los HE, aislados de una gran diversidad de hospederos a través de los años, es entonces que la CHE nos permite contar con las herramientas para el control de un insecto plaga objetivo, en el momento que se requiera; debido a lo anterior, las colecciones biológicas son reservorios genéticos de ingresos contantes y por ello tienen un comportamiento dinámico y afrontan diversos desafíos entre los cuales se destaca, el incremento de las cepas almacenadas, como lo menciona Weng Alemán y colaboradores (2005), a raíz de esto es aconsejable desarrollar alternativas para contrarrestar el aumento del número de especies microbianas que conforman la colección año tras año, así como, realizar capacitación constante al personal del laboratorio, implementar métodos alternativos de bajo costo para la conservación de cultivos y realizar la caracterización de las cepas de la colección (características genotípicas) para tener la certeza de las condiciones óptimas de almacenamiento según su especie.

**Palabras clave:** colección de cultivos microbianos, hongos entomopatógenos, control biológico, biodiversidad, conservación.

### Bibliografía

- Barrios T. CE, Bustillo P. AE, Ocampo R. KL, et al (2016) Eficacia de hongos entomopatógenos en el control de *Leptopharsa gibbicarina* (Hemiptera: Tingidae) en palma de aceite. Rev Colomb Entomol 42:22–27. <https://doi.org/10.25100/socolen.v42i1.6665>
- Behle R, Birthisel T (2014) Formulations of Entomopathogens as Bioinsecticides. In: Mass Production of Beneficial Organisms. Academic press, pp 483–517

- Fedepalma (2020) La palma de aceite en Colombia. <http://web.fedepalma.org/la-palma-de-aceite-en-colombia-departamentos>. Accessed 9 Jun 2021
- Humber RA (2012) Identification of entomopathogenic fungi. In: Manual of Techniques in Invertebrate Pathology. pp 151–187
- Jaronski ST, Mascarin GM (2017) Mass Production of Fungal Entomopathogens. In: Microbial Control of Insect and Mite Pests. pp 141–155
- Montes-Bazurto LG, Bustillo-Pardey AE, Medina-Cardenas HC (2020a) *Cordyceps cateniannulata*, a novel entomopathogenic fungus to control *Stenoma cecropia* Meyrick (Lepidoptera: Elachistidae) in Colombia. J Appl Entomol 144:788–796
- Montes-Bazurto LG, Peteche-Yonda Y, Medina-Cardenas HC, Bustillo-Pardey AE (2020b) Selection of Entomopathogenic Fungi for the Biological Control of *Demotispa neivai* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Oil Palm Plantations in Colombia. J Entomol Sci 55:388–404
- Montesinos-Matias R, Berlanga-Padilla AM, Ayala-Zermeño MA (2013) Colección de Hongos Entomopatógenos del Centro Nacional de Referencia de Control Biológico: Estatus y Perspectivas. In: Memorias del XXXVI Congreso Nacional de Control Biológico. At Oaxaca de Juárez
- Rosero GM, Bustillo PAE, Rodríguez MA (2020) Efficacy of *Metarhizium anisopliae* to control adults of *Haplaxius crudus* (Van Duzee) (Hemiptera: Cixiidae), vector of lethal wilt disease of oil palm in Colombia. Int J Trop Insect Sci. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s42690-020-00234-4>
- Weng Alemán Z, Esther Díaz Rosa O, Álvarez Molina. Inalvis (2005) Revista cubana de higiene y epidemiología. Editorial Ciencias Médicas

## Hongos y virus entomopatógenos, una alternativa promisoría para el control de insectos plaga

Luis Guillermo Montes-Bazurto<sup>1</sup>; Anuar Morales Rodríguez <sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Ingeniero Agrónomo, Programa de Plagas y Enfermedades Área de Entomología Cenipalma, lgmontesb@unal.edu.co, <https://orcid.org/0000-0001-7087-8562>;

<sup>2</sup>Biólogo, Ph.D., Programa de Plagas y Enfermedades Área de Entomología Cenipalma, amorales@cenipalma.org

### Introducción

Los hongos entomopatógenos han contribuido en la regulación natural de las poblaciones de artrópodos por las epizootias que causan (Espinell et al. 2018). Esta característica hace de los hongos entomopatógenos una alternativa muy importante para el control de insectos plagas.

La colonización de los insectos inicia cuando estos entran en contacto con las conidias del hongo. A partir de ese momento inicia un proceso de infección en el que las conidias se adhieren a la cutícula del insecto, germinan, forman el apresorio e inicia la colonización del insecto. Dentro del insecto, el hongo produce estructuras que le permiten alimentarse y defenderse, además, producen toxinas que terminan causando la muerte del insecto. Si las condiciones ambientales son adecuadas el hongo sale y se produce la esporulación sobre el cadáver (Espinell et al. 2018). Esta esporulación sobre los cuerpos de los insectos puede ser color blanco o verde lo que facilita su identificación en campo.

Los virus entomopatógenos, al igual que los hongos, causan epizootias que contribuyen a regular las poblaciones de insectos y consisten de un ácido nucleico y una proteína de cubierta o cápsida (Villamizar et al. 2018). Entre las familias y géneros virales más estudiados y utilizados para el control de insectos plaga se encuentran Ascoviridae, Iridoviridae, Poxviridae, Polydnviridae, Reoviridae, Parvoviridae o densovirus y Baculoviridae que es la familia más numerosa y estudiada (Villamizar et al. 2018).

Las infecciones virales en los insectos inician con la presencia de partículas virales (cuerpos de inclusión) presentes en el ambiente las cuales son consumidas por los insectos. Dentro del insecto, los cuerpos de inclusión se diluyen en el intestino y se liberan los viriones que a su vez liberan las nucleocápsides que causan la infección primaria. Las nucleocápsides se replican y producen viriones brotados que infectan otras células (infección secundaria) y finalmente con el avance de la infección se produce la muerte de insecto. Durante la fase final de la infección las nucleocápsides se encapsulan en una matriz proteica formando nuevamente cuerpos de inclusión (Villamizar et al. 2018).

### Plagas de mayor frecuencia en el cultivo de palma de aceite en Colombia.

El cultivo de palma de aceite en Colombia es afectado por diferentes insectos plaga que se pueden clasificar de acuerdo con el daño que causan al cultivo. Entre los defoliadores se destacan, *Stenoma impressella*, *Euprosterina elaeasa*, *Loxotoma elegans*, *Sibine fusca* y *Opsiphanes cassina* entre otros. Entre los barrenadores se encuentran *Rhynchophorus palmarum*, *Strategus aloeus* y *Sagalassa valida* el barrenador de raíces. Entre los raspadores se encuentran *Cephaloleia vagelineata*, *C. depressa* y *Demotista neivai*. Entre los chupadores el de mayor importancia en el cultivo de palma de aceite es *Leptopharsa gibbicarina* y finalmente el último grupo de insectos son los vectores de enfermedades como *Haplaxius crudus* de la Marchitez letal y *Lincus* sp. de la Marchitez sorpresiva (Aldana-De La Torre et al. 2017).

La mayoría de estos insectos son afectados por un gran número de enemigos naturales como parasitoides, depredadores y microorganismos que regulan naturalmente sus poblaciones en el

agroecosistema palma. El agroecosistema palma por ser un cultivo perenne facilita el uso y establecimiento de microorganismos como hongos y virus entomopatógenos (Bustillo-Pardey 2014).

### **Control de insectos plaga con hongos entomopatógenos**

El proceso de selección de hongos para el control de insectos plaga inicia con el conocimiento de la biología y de los enemigos naturales de las plagas. Luego, se debe realizar un proceso de selección en el que se evalúe la patogenicidad y virulencia de cepas de hongos entomopatógenos seleccionando los de mayor virulencia. Posteriormente, es necesario evaluar dosis y realizar evaluaciones en condiciones de campo. Finalmente, la formulación de la cepa es fundamental para lograr una alta eficacia en el control de insectos usando hongos entomopatógenos.

En el cultivo de palma de aceite se han seleccionado los hongos *Metarhizium anisopliae* cepas CPMa1105, CPMa1104 y CPMa1001 para el control de *R. palmarum* (Alvarado et al. 2013), *Purpureocillium lilacinum* cepa CPPI0601 para el control de *L. gibbicarina* (Barrios et al. 2016), *Metarhizium anisopliae* cepa CPMa1502 para el control de *D. neivai* (Montes-Bazurto et al. 2020b) y *Cordyceps cateniannulata* cepa CPIsp1201 para el control de *S. impressella* (Montes-Bazurto et al. 2020a). Además, se ha avanzado en la búsqueda de hongos para el control de *L. elegans*, *S. aloeus*, *C. vagelineata* y *H. crudus*, las cuales se encuentran en la fase inicial de selección.

### **Control de insectos plaga con virus entomopatógenos**

En el cultivo de palma de aceite el uso de virus para el control de insectos plaga se ha realizado de manera artesanal. En las plantaciones, los equipos de sanidad vegetal identifican y recolectan insectos con síntomas de infección por virus, los cuales son macerados y asperjados en campo (Aldana-De La Torre et al. 2010). Los virus que se han identificado o utilizado con mayor frecuencia para el control de plagas del cultivo de palma de aceite son: Tetravirus para el control de *S. impressella*, Nudivirus para el control de *S. fusca*, Cypovirus para el control de *Euclea diversa*, y Nucleopoliedrovirus para el control de *Dirphia gragatus*, *O. cassina* y *E. elaeasa*.

### **Bibliografía**

- Aldana-De La Torre RC, Aldana J, Calvache H, Franco P (2010) Manual de plagas de la palma de aceite en Colombia, Cuarta Edi. Cenipalma, Bogota
- Aldana-De La Torre RC, Montes-Bazurto LG, Barrios C, et al (2017) Guía de bolsillo para el reconocimiento de las plagas más frecuentes en la palma de aceite, Cenipalma. Cenipalma, Bogota
- Alvarado HL, Montes-Bazurto LG, Gomes de Oliveira H, et al (2013) Patogenicidad de cepas de *Metarhizium anisopliae* (L.) y *Beauveria bassiana* sobre *Rhynchophorus palmarum*. Palmas (Colombia) 34:11–20
- Barrios C, Bustillo-Pardey AE, Ocampo K, et al (2016) Eficacia de hongos entomopatógenos en el control de *L. gibbicarina* (Hemiptera:Tingidae) en palma de aceite. Rev Colomb Entomol 42:22–27
- Bustillo-Pardey AE (2014) Manejo de insectos-plaga de la palma de aceite con énfasis en el control biológico y su relación con el cambio climático. Palmas (Colombia) 35:66–77
- Espinel C, Torres LA, Villamizar LF, et al (2018) Hongos entomopatógenos en el control biológico de insectos plaga. In: Cotes AM (ed) Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros. Volumen 1: Agentes de control biológico. Agrosavia, Mosquera, pp 336–367

- Montes-Bazurto LG, Bustillo-Pardey AE, Medina-Cárdenas HC (2020a) *Cordyceps cateniannulata*, a novel entomopathogenic fungus to control *Stenoma impressella* Busck (Lepidoptera: Elachistidae) in Colombia. J Appl Entomol 144:788–796. doi: 10.1111/jen.12818
- Montes-Bazurto LG, Peteche Y, Medina-Cárdenas HC, Bustillo-Pardey AE (2020b) Selection of Entomopathogenic Fungi for the Biological Control of *Demotispa neivai* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Oil Palm Plantations in Colombia. J Entomol Sci 53:388–404. doi: <https://doi.org/10.18474/0749-8004-55.3.388>
- Villamizar LF, Cuartas P, Gómez J, et al (2018) Virus entomopatógenos en el control biológico de insectos. In: Cotes AM (ed) Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros. Volúmen 1: Agentes de control biológico. Agrosavia, Mosquera, pp 371–409

## **Nematodos y bacterias entomopatógenas en agroecosistemas palmeros de Colombia y su potencial uso en el manejo de insectos plaga de la palma.**

Miriam Rosero Guerrero, Alex Enrique Bustillo Pardey , Anuar Morales Rodríguez

<sup>1</sup>Ingeniera Agrónomo, Programa de Plagas y Enfermedades Área de Entomología Cenipalma, mrosero@cenipalma.org;

<sup>2</sup>Ingeniero Agronomo, Ph.D., Programa de Plagas y Enfermedades Área de Entomología Cenipalma, abustillo@cenipalma.org;

<sup>3</sup>Biólogo, Ph.D., Programa de Plagas y Enfermedades Área de Entomología Cenipalma, amorales@cenipalma.org

En zonas productoras de palma de aceite en Colombia se ha identificado exuberante fauna benéfica, en su mayoría parasitoides y depredadores, así como organismos entomopatógenos (hongos, virus y nematodos). El área de entomología de Cenipalma promueve la investigación, diseño y adopción de programas de manejo integrado de plagas en las plantaciones de palma de aceite con énfasis en la búsqueda y evaluación de controladores biológicos nativos y la evaluación de controladores biológicos disponibles en el mercado.

### **Potencial uso de nematodos entomopatógenos en el control de plagas de la palma de aceite.**

Algunos insectos plaga del cultivo de la palma de aceite cumplen parte de su ciclo de vida en el suelo, fruto o en hábitats crípticos que dificultan su control. Debido a esto, organismos entomopatógenos que habitan el suelo como los nematodos son promisorios para ser incorporados dentro del manejo integrado de plagas. Los nematodos entomopatógenos (Steinernematidae y Heterorhabditidae) tienen características importantes, como alta virulencia, la capacidad de desplazarse, buscar, encontrar e infectar insectos, así como sobrevivir por largos períodos de tiempo en suelo en ausencia del huésped. Los nematodos son amigables con el medio ambiente, mamíferos y compatibles con otros entomopatógenos y algunos insecticidas de síntesis química (Lacey *et al.* 2015).

En la colección de Microorganismos Asociados a la Palma de Aceite (MPA-CENIPALMA), se encuentran almacenados 27 aislamientos de nematodos entomopatógenos aislados a partir de muestras de suelo provenientes del cultivo de la palma de aceite de las diferentes zonas palmeras y nematodos que han sido depositados por Cenicafé, Cenicaña, Universidad Nacional de Colombia y la Universidad de Florida. Varios de estos nematodos se han incluido en evaluaciones de eficacia para el control de insectos plaga de la palma de aceite de importancia económica con resultados promisorios. Este es el caso de las plagas que desarrollan parte de su ciclo de vida en raíces de gramíneas como *Haplaxius crudus* (Van Duzee, 1907) (Hemiptera: Cixiidae) con una mortalidad superior al 80% de ninfas bajo condiciones de campo con el nematodo *Heterorhabditis* sp. (CPHsp1301) (Rosero *et al.* 2019) y *Leucothyreus femoratus* Burmeister, 1844 (Coleoptera: Melolonthidae) con una mortalidad superior al 70% de las larvas bajo condiciones de casa de malla con el nematodo *Heterorhabditis* sp. (CPHsp1302) (Aldana y Bustillo 2015). En el caso de *Sagalassa valida* Walker, 1735 (Lepidoptera: Brachodidae) que se alimenta de raíces de la palma se registra una mortalidad superior a 80% bajo condiciones de campo con el nematodo *S. carpocapsae* (Ortiz *et al.* 1994).

Adicionalmente, estos entomopatógenos han sido evaluados en los insectos plaga que desarrollan su ciclo de vida en frutos, follaje o estípites de la palma con resultados promisorios. Tal es el caso de las larvas de *Cephaloleia vagelineata* Pic., 1926 (Coleoptera: Chrysomelidae) raspador de flechas con una mortalidad superior al 80% bajo condiciones de campo con el nematodo *Heterorhabditis* sp. (CPHsp1402) (Barrios *et al.* 2017) y *Eupalamides guyanensis* (Houlber, 1907) (Lepidoptera:

Castniidae) barrenador de estípites y racimos con una mortalidad superior al 50% de las larvas bajo condiciones de campo con el nematodo *S. carpocapsae* (Aldana *et al.* 2004).

Estos resultados contribuyen al conocimiento de la diversidad de nematodos entomopatógenos en el agroecosistema de la palma de aceite y dan una perspectiva del posible empleo de estos organismos como un componente importante del manejo integrado de insectos plaga de este cultivo.

### **Potencial uso de bacterias entomopatógenas en el control de plagas de la palma de aceite.**

*Bacillus thuringiensis* es una bacteria entomopatógena de mayor uso a nivel mundial. Formulaciones comerciales de esta bacteria presentan algunas características importantes que justifican su uso, como la ausencia de toxicidad sobre los seres humanos, en enemigos naturales de diversas plagas, en otros vertebrados y en plantas (Lacey *et al.* 2015). La formulación de *B. thuringiensis* se ha empleado en el control de diferentes lepidópteros que atacan la palma de aceite con resultados promisorios. Rosero y colaboradores (2020) evaluaron la eficacia de siete formulaciones comerciales de *B. thuringiensis* sobre larvas de *Loxotoma elegans* Zeller, 1854 (Lepidoptera: Elachistidae) bajo condiciones de laboratorio y campo. Los resultados de ese estudio permitieron concluir que las formulaciones Dipel® y Xentari® controlan *L. elegans* en los cuatro grupos de instares larvales evaluados (III - IV, V - VII, VIII - IX y X - XII) con mortalidades superiores a 90 % en la dosis de 200 g/ha. Montes y colaboradores (2019) evaluaron la eficacia de cinco formulaciones comerciales de *B. thuringiensis* sobre larvas de *Stenoma impressella* Busck, 1914 (= *S. cecropia* Meyrick, 1916). La formulación Xentari fue seleccionada por ocasionar una mortalidad superior al 90 % con la dosis de 250 g/ha. Finalmente, evaluaciones de eficacia de seis formulaciones de *B. thuringiensis* sobre el defoliador *Opsiphanes cassina* Felder, 1862 (Lepidoptera: Nymphalidae) permitieron seleccionar a las formulaciones Dipel® y Xentari®, las cuales ocasionaron mortalidades superiores a 90% de las larvas en la dosis de 300 g/ha (Montes *et al.* 2020).

Los resultados de estos estudios demuestran que *B. thuringiensis* controla defoliadores de la palma de aceite como *L. elegans*, *S. impressella* y *O. cassina* con mortalidades superiores a 90% y plantean la posibilidad de continuar las evaluaciones en otros defoliadores de importancia económica de este cultivo para ser incorporado este entomopatógeno en un programa de manejo integrado.

### **Bibliografía**

- ALDANA DE LA TORRE, R. C.; BUSTILLO, P. A. E. 2015. Biología de *Leucothyreus femoratus* en cultivos de palma de aceite y evaluación de nematodos para su control. XVIII Conferencia Internacional sobre Palma de Aceite. Poster. Cartagena de Indias, Colombia. 22 al 25 de septiembre de 2015.
- ALDANA DE LA TORRE, R. C.; CALVACHE, H.; HIGUERA, O.; VANEGAS, M.; AYALA, L. D. 2004a. Control de *Cyparissius daedalus* Cramer (Lepidoptera: castniidae) con el nematodo *Steinernema carpocapsae*. Palmas (Colombia) 25 (2): 259-267.
- BARRIOS, T. C. E.; VIECCO, M. A. J.; ROSERO, G. M.; BUSTILLO, P. A. E. 2017. Selección de nematodos entomopatógenos para el control de larvas de *Cephaloleia vagelineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). 44 Congreso SOCOLEN. Sociedad Colombiana de Entomología, Memorias y Resúmenes. Bogotá, D. C., Colombia. 5, 6 y 7 de julio de 2017. 593 p.
- LACEY L. A.; GRZYWACZ, D.; SHAPIRO-ILAN, D. I.; FRUTOS, R.; BROWNBRIDGE, M.; GOETTEL, M. S. 2015. Insect pathogens as biological control agents: back to the future. Journal Invertebrate Pathology 132: 1-41.
- MONTES, B. L. M.; BUSTILLO, P. A. E.; VIVAS, E. M.; BUITRAGO, L. F. 2019 Evaluación de formulaciones de *Bacillus thuringiensis* para el control de *Stenoma cecropia* en palma de aceite en

Colombia. Modalidad Poster. XV Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Colombia 25 - 27 de septiembre.

MONTES, B. L. M.; BUSTILLO, P. A. E.; VIVAS, E. M.; BUITRAGO, L. F.; MORALES, R. A. 2020. Actividad biológica de formulaciones de *Bacillus thuringiensis* sobre larvas de *Opsiphanes cassina* Felder, 1862 (Lepidoptera: Nymphalidae). Modalidad Poster. XVI Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Encuentro virtual. Colombia 05 - 09 de octubre.

ORTIZ, S. L. B.; CALVACHE, G. H.; LUQUE, Z. E. 1994. Control microbiano de *Sagalassa valida* Walker (Lepidoptera: Glyphipterigidae) con el nematodo *Steinernema carpocapsae* (Weiser) en Tumaco (Nariño). Palmas (Colombia) 15 (1): 29-37.

ROSETO, G. M.; BUSTILLO, P. A. E. 2019. Selection of Entomopathogenic Nematodes to Control Nymphs of *Haplaxius crudus* (Van Duzee) (Hemiptera: Cixiidae). American Journal of Entomology. 3 (1): 24-29.

ROSETO, G. M.; BUSTILLO, P. A. E.; MORALES, R. A. 2020. Eficacia de formulaciones comerciales de *Bacillus thuringiensis* en el control de larvas de *Loxotoma elegans* Zeller, 1854) Lepidoptera: Elachistidae. Modalidad Poster. XVI Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Encuentro virtual. Colombia 05 - 09 de octubre.

## SIMPOSIO 10. ESCARABAJOS DE COLOMBIA: TAXONOMÍA, BIOLOGÍA E IMPORTANCIA AGRÍCOLA

### Escarabajos scarabaeoidea: grupos, composición, biología y ecología

Luis Carlos Pardo-Locarno<sup>1</sup>, María Cristina Gallego Roperro<sup>2</sup>, Pedro Edgar Galeano<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Docente Programa de Agronomía, Unipacifico, lcpardo@unipacifico.edu.co

<sup>2</sup>Docente Universidad del Cauca, mgallego@unicauca.edu.co

<sup>3</sup>Laboratorio de Entomología, Unitolima

Los escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) forman parte del suborden Polyphaga, presentan en común antenas lameladas, es decir, con el ápice conformado por una clava asimétrica, en forma de proyecciones laterales foliáceas, y presentan un segundo par de alas membranosas, con un complejo mecanismo de repliegado que permite su ubicación bajo los élitros.

Existen muchas propuestas en torno a la composición y grupos de Scarabaeoidea para el nuevo continente; sin embargo, podríamos señalar unas 14 familias así: Lucanidae, Passalidae, Trogidae, Glaresidae, Pleocomidae, Bolboceratidae, Diphylostomatidae, Geotrupidae, Ochodaeidae, Ceratocanthidae, Hybosoridae, Glaphyridae, Scarabaeidae y Melolonthidae (Crowson, 1967, 1981; Lawrence & Newton, 1982; Morón, 1984).

Algunas de las familias más numerosas y diversas han sido intensamente estudiadas en Colombia como Lucanidae, Passalidae, Scarabaeidae y Melolonthidae, quedando varios grupos menores de escarabajos neotropicales de diversidad moderada y bajo impacto económico por estudiar, entre los cuales se encuentran Trogidae, Bolboceratidae, Ochodaeidae, Ceratocanthidae e Hybosoridae; sobre estas familias que requieren una mirada más detenida haremos algunas alusiones enfocadas a composición, aspectos biológicos y ecológicos.

Trogidae. Escarabajos de la carroña en estados finales (telionecrófagos), consumen piel, plumas, huesos y restos cárnicos muy secos. De tamaño mediano (5-15 mm), cuerpo oblongo, oval, convexo, color grisáceo oscuro, superficie esculpurada, revestida de costra terrosa, con cinco segmentos abdominales visibles, pygidium oculto bajo los elitros, escutelo pequeño, fémur anterior robusto, tibias con filos apicales para procesar los alimentos (Pardo-Locarno, 1997); usualmente poco notables en el suelo, en el que sus larvas cumplen el ciclo. De acuerdo con Scholtz (1990), la composición en Colombia incluye cuatro especies y dos géneros, *Omorgus* (3) y *Polynoncus* (1).

Ochodaeidae. Grupo muy pequeño en la región neotropical, moderadamente diverso en la región neártica; cuerpo ovalado, convexo, piezas bucales expuestas dorsalmente, antenas 9-10 segmentadas, clava trisegmentada y tomentosa. En Colombia se registran solo dos especies *Ochodaeus rugatus* Westw 1842 y *O. tridentatus* Arrow, no se conocen datos biológicos ni registros en campo de estas especies (Blackwelder, 1944).

Bolboceratidae. Escarabajos minadores del suelo; cuerpo redondeado muy robusto, aparato bucal expuesto dorsalmente, antenas de 11 segmentos; hasta 1996 formaron parte de Geotrupidae (Scholtz & Browne, 1996), aún se mantienen autores y discusiones en torno a esta asignación; entre 12-14 especies de las tribus Athyreini (*Athyreus* (3), *Neoathyreus* (9) y Bolboceratini (*Bolbapium* (2)) para Colombia; asociados a materia orgánica y reconocidos como grandes minadores del suelo; una primera alusión de conjunto, fue aportada por Pardo-Locarno (1997), quien ilustró y realizó

observaciones puntuales, sobre *Neoathyreus accintus* H & M, *Athyreus championi* Bates, *A. bellator* Westw y *A. unicornis* H & M; no obstante el paso del tiempo, sigue siendo un grupo poco documentado y pobremente representado en colecciones nacionales.

Ceratocanthidae. Escarabajos píldora, de pequeño porte (5-10 mm), piezas bucales poco visibles desde arriba (solo el ápice sobresale al borde del clípeo), antenas de 10 artículos, tibias aplanadas, metatibias con dos espinas y cuerpo contráctil, capaz de enrollarse en forma esférica; representado en Colombia por dos tribus, siete géneros y 31 especies (Howden & Gill, 2000; Paulian, 1982); el género *Germarostes* es por ahora el más diverso con 17 especies, seguido de *Astaenomoechus* con cinco especies; *Scarabatermes amazonicus* Howden (Scarabatermini) sigue siendo el más divergente de todos los registros colombianos; ejemplares de *Germarostes colombianus* Paul. y de *Astaenomoechus redtenbacheri* (Harold) han sido colectados en termiteros abandonados en la región pacífico del Valle del Cauca; biología poco conocida, los adultos son atraídos a fuentes luminosas y las larvas se colectan en termiteros deteriorados o en madera descompuesta; salvo unos pocos registros o inventarios, esta familia se encuentra muy pobremente explorada en la literatura nacional.

Hybosoridae. Grupo medianamente diverso, de aspecto variable, linajes divergentes, piezas bucales visibles en su porción apical, antenas con 10 artículos, clava antenal acoplada, el primer foliolo contiene a los otros. Se registran siete géneros y una lista formal de siete especies para la familia (Ocampo, página Universidad de Nebraska) que podría contener al menos unas cinco especies más no descritas; *Anaides fossulatus* Westwood, 1846, ha sido observada en el valle geográfico del río Cauca en Palmira y Tuluá, asociado a materia orgánica en descomposición; *Callosides campbelli* Howden, fue colectado y descrito desde los Farallones de Cali en similares circunstancias; *Chaetodus columbicus* Petrovitz, 1970 de “Las Tibayas” no ha sido confirmado desde alguna localidad precisa; *Coilodes castaneus* Westwood, 1846 ha sido colectado en varios departamentos (Antioquia, Cundinamarca y Santanderes) y otras regiones húmedas de la cuenca baja del río Magdalena (Pardo-Locarno, 1997); *Dicraedon punctatum* Arrow de Colombia y Guatemala, ha sido colectado en Cali, Valle en época lluviosa; *Hybosorus illigeri* Reiche de la India y en general otros países del paleotrópico se ha diseminado al continente americano (USA, México, Guatemala) y también ha sido observado en la costa Caribe y pacífico de Colombia (Pardo-Locarno, 1997); esta familia depara muchos estudios en las colecciones nacionales y observación de campo para poder ampliar su conocimiento.

## Bibliografía

- HOWDEN, H.F. & B.D. GILL. 2000. Tribes of New World Ceratocanthinae, with keys to genera and descriptions of new species (Coleoptera: Scarabaeidae). *Sociobiology* 35(2b): 281-329.
- HOWDEN H.F. 1985. A revision of the south american species in the Genus *Neoathyreus* Howden and Martínez. *Contributions American Entomological Institute*, 21 (4) : 1-95.
- HOWDEN H.F. 1999. New species of Central and South American Athyreini (Coleoptera: Scarabaeidae: Geotrupinae). *The Coleopterists Bulletin*, 53 (4) : 339-354.
- HOWDEN H.F. 2006. New species and a new subgenus of South American *Neoathyreus* Howden and Martínez (Coleoptera: Geotrupidae: Athyreini). *Zootaxa*, 1137: 37- 52.
- HOWDEN H.F. & MARTÍNEZ A. 1978. The New Tribe Athyreini and Its Included Genera (Coleoptera, Scarabaeidae, Geotrupinae). *The Canadian Entomologist*, 95 (4): 345-352.
- HOWDEN H.F. & MARTÍNEZ A. 1978. A review of the New World genus *Athyreus* Macleay (Scarabaeidae, Geotrupinae, Athyreini). *Contributions Am Entomol Inst*, 15 (4): 1-70.

- OCAMPO, F & A BALLEIRO 2005. World Catalog Of The Subfamilies Anaidinae, Ceratocanthinae, Hybosorinae, Liparochrinae, and Pachyplectrinae (Scarabaeoidea: Hybosoridae) en: Generated on: 08/dec/2005 UNL State Museum - Division of Entomology
- PARDO LOCARNO, L. C. 1997. Escarabajos (Coleoptera-Scarabaeidae) de Colombia. Vistazo general a los especialistas en saprofagia. Conferencia Magistral. XXIV Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN). Memorias. Pereira. pp: 115-131
- SCHOLTZ, C. H. 1990. Revision of the Trogidae of South America (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Journal of Natural History*, 24: 1391-1456.
- SCHOLTZ, C. H. D. J. BROWNE. 1996. Polyphyly in the Geotrupidae (Coleoptera: Scarabaeoidea): a case for a new family. *Journal of Natural History* 30: 597-614.

## **Ensamblaje de escarabajos fitófagos en regiones agrícolas de Colombia**

Luis Carlos Pardo-Locarno (expositor) <sup>1</sup>, Francisco Yepes<sup>2</sup>, Pedro Edgar Galeano<sup>3</sup>, Luis Miguel Constantino<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Docente Programa de Agronomía, Unipacifico, lcpardo@unipacifico.edu.co

<sup>2</sup>Docente Universidad Nacional-Medellín, fcyepes@unal.edu.co

<sup>3</sup>Laboratorio de Entomología, Unitolima

<sup>4</sup>entomólogo investigador, Cenicafé, luismiguel.constantino1@gmail.com

En los cultivos colombianos se ha registrado, desde hace décadas, el impacto ocasionado por las larvas de escarabajos fitófagos de la familia Melolonthidae (Coleóptera: Scarabaeoidea); las denominadas chisas han sido difíciles de manejar en muchos cultivos, acarreando grandes costos económicos por pérdida de cultivo, costos de insumos y finalmente impactos ambientales, dado el uso de múltiples plaguicidas al suelo, los más dañinos y contaminantes de suelo, cuencas y alimentos.

¿Pero por qué un problema fitosanitario podría repercutir tanto para llevar décadas sin una solución aparente? La respuesta se ha desvelado poco a poco en la medida en que avanzan las investigaciones. En primer lugar, como en el caso de otras plagas subterráneas, no se trata de una especie focal accesible a simple vista.

El tema incluye varios atributos que a continuación se exponen. Se ha podido mostrar que se trata de daños algunas veces ocasionados por larvas y en otros casos por adultos; igualmente se ha estudiado lo relativo a la designación del problema, como un conjunto de especies, un colectivo fitosanitario denominado “complejo chisa” el cual tiene diferentes ensamblajes, al menos dependiendo de las diferentes regiones fisiográficas y pisos altitudinales; finalmente, otro rasgo importante de esta problemática lo constituye el carácter estacional que el daño tiene en la mayoría de las regiones agrícolas, siendo la época de lluvias un momento crucial en este fenómeno en cuanto a la reproducción e impacto agrícola de la plaga, el fenómeno incluye otras variantes biológicas y ecológicas que se irán comentando en la ponencia, como duración de ciclos por año, monofagia, polifagia, etc.

Dado lo anterior el objetivo de esta ponencia es describir la conformación del complejo chisa en las diferentes regiones agrícolas estudiadas y recomendar algunas prioridades científicas como soporte de programas enfocados al manejo integrado de plagas y en últimas, como insumo para el manejo sostenible de agroecosistemas.

La conformación del complejo chisa se comenta para las siguientes regiones: Región andina fría: Altiplano cundiboyacense, altiplano nariñense, altiplano antioqueño; regiones de clima medio o cafetero: norte del cauca, Quindío, Tolima, Caldas; Caribe seco, Caribe húmedo, Orinoquia (Meta), transición amazónica (Caquetá) y costa pacífico del Valle, Cauca y Chocó; 12-14 géneros y un rango de 35-45 especies plaga son considerados los más protagonistas más importantes, así mismo, se ha podido evidenciar la compleja trama de biocontroladores que presenta el complejo chisa en cada región, el cual, muchas veces permanece poco explorado.

Se concluye la necesidad de realizar investigaciones básicas y aplicadas en muchas otras regiones de Colombia con esta problemática y de reenfocar el manejo hacia el control biológico, como una necesidad ambiental imperante, en aras de cosechas no contaminadas y de ocasionar el menor impacto al medio natural posible. Como un soporte al manejo sostenible resalta la importancia de articular los estudios taxonómicos, biológicos y ecológicos a las premisas del manejo integrado de plagas, en especial al manejo que priorice el diagnóstico oportuno, la medición de poblaciones de inmaduros en

el suelo y así el manejo biológico por encima del manejo químico, siendo este último insumo para casos extremos; el manejo biológico, enfocado como una alternativa preventiva, debería priorizar el uso de entomopatógenos, como parte del plan de cultivo y propiciar el control biológico no asequible comercialmente, con el manejo agroecológico del cultivar.

### **Bibliografía**

- Pardo Locarno, L. C. 1994. Escarabajos (Coleoptera: Melolonthidae) de importancia agrícola en Colombia. XXI Congreso de la sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN). Memorias. Medellín-Colombia. Pp. 27 a 29 julio de 1994.
- Pardo Locarno, L. C 1995. Estudios preliminares de las chisas (Coleoptera: Lamellicornia) de San Antonio, Cauca. Registros y observaciones en *Laparosticti* y *Pleurosticti*. Revista Colombiana de Entomología. 21 (1): 51-57.
- Pardo Locarno, L. C. 2000. Avances en el estudio de chisas rizófagas (Coleóptera: Melolonthidae) en Colombia, observaciones sobre los complejos regionales y nuevos patrones morfológicos de larvas. Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. 27. Medellín. Colombia. Memorias. pp: 285-306.
- Pardo Locarno, L. C., J. Montoya, A. Schoonhoven, & A. C. Belloti. 2005. Structure and composition of the white grub complex (Coleoptera: Melolonthidae) in agroecological systems of Northern Cauca, Colombia. Florida Entomologist. 88(4): 355-363
- Pardo-Locarno, L.C.; Gallego-Roper M: C. & Montoya-Lerma, J. (Editores). 2007. Biología, ecología y taxonomía de Scarabaeoidea. Taller Editorial Facultad de Ciencias. Universidad del Valle. Cali-Colombia. Santiago de Cali. 140 p.

## Bioindicación con escarabajos fitófagos: estudio de caso en un ecosistema altoandino

Alfonso Villalobos-Moreno<sup>1</sup>, Luis Carlos Pardo-Locarno<sup>2</sup>, Francisco José Cabrero-Sañudo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Director Grupo Investigaciones Entomológicas y Ambientales, Bucaramanga,  
avillalobosmo@unal.edu.co

<sup>2</sup>Docente Programa de Agronomía, Unipacifico, lcpardo@unipacifico.edu.co

<sup>3</sup>Docente Universidad Complutense de Madrid, España, fjcabrero@bio.ucm.es

Los aspectos biológicos, ecológicos y económicos hacen de los escarabajos edafícolas de la familia Melolonthidae (*sensu* Endrödi, 1966) un grupo de gran interés mundial, siendo múltiples especies, objeto de estudios básicos y aplicados para conocer dichos aspectos y poder usarlos como fundamento en el establecimiento de su biodiversidad, sus interacciones tróficas, impactos agrícolas y en el ciclo de nutrientes, pero también, como parámetro biológico, para evaluar los efectos de las actividades antropogénicas en algunos hábitats silvestres o intervenidos; estos se enfocan en la variación comparativa de algunos atributos básicos (diversidad, biomasa, densidad) para explorar respuestas ecológicas que son difíciles de medir directamente (Márquez *et al.*, 2013; Micó *et al.*, 2000; Ocampo, 2008; Otavo *et al.*, 2013; Pardo-Locarno, 2002, 2013; Pardo-Locarno *et al.*, 2011; Reyes & Morón, 2005). En términos generales, grupos o gremios de la macrofauna edáfica pueden ser utilizados para explorar aspectos ambientales del medio natural o una parte de éste (sistemas forestales, biotopos, estados sucesionales, suelo, etc.), ya que, examinados los aspectos biológicos y ecológicos básicos, es posible hipotetizar respuestas ecológicas expresadas en atributos tales como diversidad, abundancia o biomasa, y su variación comparativa según el uso y manejo del hábitat (Ahrens *et al.*, 2009; Anderson & Ashe, 2000; Cabrera, 2012; Marín *et al.*, 2001; Morón & Aragón, 2003; Nichols *et al.*, 2007; Pardo-Locarno, 2009; Pashanasi, 2001; Ruíz, 2007). Los organismos o gremios usados para tal fin, deben tener atributos que faciliten su estudio y monitoreo, como: antecedentes biológicos y ecológicos generales, ser relativamente diversos en los hábitats evaluados, disponer de protocolos de colecta, manipulación e identificación, y en lo posible, tener supuestos ecológicos que evidencien una respuesta diferencial (Brown, 1997; Jones & Eggleton, 2000; MacGeoch *et al.*, 2002).

Aunque en Colombia varios grupos de insectos han sido explorados en su riqueza y abundancia, y son comunes tales investigaciones, el estudio de parámetros ecológicos básicos en los escarabajos Melolonthidae han sido muy recientes, planteándose en estudios básicos la distribución en parte reconocida a las especies de Melolonthidae plagas rizófagas (Pardo-Locarno, 2002), así mismo, realizado avances en cuanto a la diversidad y abundancia de inmaduros en suelos agrícolas colombianos, en especial las regiones andinas y cafeteras (Álvarez *et al.*, 1992; Pardo-Locarno *et al.*, 2003, 2005). Otras investigaciones han explorado la diversidad y abundancia de los escarabajos Melolonthidae en el plan aluvial del Valle del río Cauca, en hábitats intervenidos (cultivo de caña, potrero y relicto forestal) observándose importantes tendencias respecto al manejo y uso del suelo (Pardo-Locarno, 2009, 2013). No obstante, existe poca información respecto al comportamiento de los escarabajos Melolonthidae en agroecosistemas colombianos y en especial en medios silvestres, razón por la cual, esta investigación se planteó establecer la variación de la diversidad, densidad y biomasa de los escarabajos edafícolas de la familia Melolonthidae en suelos intervenidos por infraestructura minera y suelos forestales del robleal circundantes, en la cuenca alta del río Suratá, California, Santander. Se pretende contrastar el hecho de que las diferentes variables examinadas de los escarabajos edafícolas aporten valores diferentes en las plataformas con respecto al robleal.

Se realizaron análisis de los muestreos de los estados inmaduros de escarabajos edafícolas en dos usos del suelo: plataformas de exploración minera recuperadas y un robleal en el municipio de California, Santander, Colombia, ubicado en los Andes nororientales de Colombia entre los 2.300 y

los 2.950msnm, y condiciones físicas extremas que incluyen fuertes pendientes, suelos heterogéneos, bajas temperaturas y valores altos de radiación solar, precipitación y Humedad Relativa (Gobernación de Santander, 2011). Los muestreos se realizaron en 12 cuadrantes mensuales de 1m<sup>2</sup> por 30cm de profundidad (Pardo-Locarno *et al.*, 2005; Villegas *et al.*, 2008), durante un año de muestreo, en cada uno de los usos de suelo estudiados, para un total de 288 cuadrantes; el material biológico se conservó en etanol-formol 10%, se pesó con una balanza digital, y se identificó en condiciones de laboratorio, con la ayuda de literatura especializada. Se colectaron 970 individuos en diferentes estadios larvarios, pertenecientes a 12 especies, las cuales estuvieron representados por las subfamilias Melolonthinae (56,1%), Dynastinae (20,3%), Rutelinae (22,4%) y Cetoniinae (1,2%). Las especies con mayor abundancia fueron *Phyllophaga obsoleta* Blanchard, 1850 (194), *Isonychus* sp. Mannerheim, 1829 (188) y *Platycoelia* sp. Dejean, 1833 (183), mientras que la menor abundancia fue de *Macroductylus* sp. (16) y *Euphoria hera* Burmeister, 1842 (12). Se observaron los mayores valores en el robledal: riqueza observada 12 especies, biomasa 6,16 gr/m<sup>2</sup> y densidad 4,08 ind/m<sup>2</sup>, mientras que en las plataformas fueron: 11 especies, 1,38 gr/m<sup>2</sup> y 2,66 ind/m<sup>2</sup>. Adicionalmente, se realizó la comprobación de la calidad del inventario, y otros análisis para apreciar la diversidad temporal y explorar las múltiples relaciones entre los factores biofísicos de la zona de estudio y los parámetros medidos (diversidad, densidad y biomasa) y calculados (serie de Números de Hill), para lo cual se utilizaron Modelos Lineales Generalizados (GLM). Se apreció que no existe una relación muy clara entre la abundancia y las otras variables, sin embargo, si se comprobó una relación estrecha entre la riqueza de especies observada y la riqueza potencial de especies (R= 0,9557; p<0,005), riqueza efectiva de especies (R= 0,8349; p<0,005) y riqueza de especies dominantes (R= 0,7745; p< 0,005). Los GLM permitieron establecer que existen correlaciones significativas entre la humedad mínima con la abundancia, densidad y biomasa de las plataformas, pero no para los robledales. Finalmente, se realizaron comparaciones entre los parámetros medidos (diversidad, densidad y biomasa) para los dos usos de suelo estudiados, para lo cual se aplicó la prueba no paramétrica pareada de Wilcoxon (tests de la Z), el cual permitió establece diferencias significativas solo para la biomasa (Z= 2,90; p<0,001).

## Bibliografía

- AHRENS, D.; DHOJ, Y.; LAGO, P.K. & NAGEL, P. 2009. Seasonal fluctuation, phenology and turnover of chafer assemblages – insight to the structural plasticity of insect communities in tropical farmlands. *Agricultural and Forest Entomology*, 11, 265–274.
- ÁLVAREZ, A.; POSADA, L. & MARTINEZ, O. 1992. Distribución espacial y vertical de la chisa *Clavipalpus* sp. pos. *ursinus* Blanchard. (Coleoptera: Scarabaeidae-Melolonthinae). *Revista Agricultura Tropical*, 29(3): 54-60.
- ANDERSON, R.S. & ASHE, J.S. 2000. Leaf litter inhabiting beetles as surrogates for establishing priorities for conservation of selected tropical montane cloud forests in Honduras, Central America. *Biodiversity Conservation*, 9: 617-653.
- BROWN, K. S. 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. *J. Insect Conservation*, 1: 25-42.
- CABRERA, G. 2012. La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 35(4): 346-363.

- GOBERNACIÓN DE SANTANDER. 2011. Santander 2030: Diagnóstico dimensión biofísico ambiental territorial del departamento de Santander. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia, 250 p.
- JONES, D.T. & EGGLETON, P. 2000. Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol. *Journal of Applied Ecology*, 37: 191-203.
- MACGEOCH, M.A.; VAN RENSBURG, B.J. & BOTES, A. 2002. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *Journal of Applied Ecology*, 39(4): 661-672.
- MARÍN, E.P.; FEIJOO, A. & PEÑA, J. 2001. Cuantificación de la macrofauna en un vertisol bajo diferentes sistemas de manejo en el Valle del Cauca, Colombia. *Revista Suelos Ecuatoriales*, 31(2): 233-238.
- MÁRQUEZ, J.; ASIAIN, J.; MORÓN, M.Á. & HORNUNG-LE, C.T. 2013. Escarabajos gema (Insecta: Coleoptera, Melolonthidae) como indicadores del grado de conservación de los bosques del Estado de Hidalgo, México. *Interciencia*, 38 (6): 410-417.
- MICÓ, E., SMITH, A.B.T. & MORÓN, M.Á. 2000. New larval descriptions for two species of *Euphoria* Burmeister (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae: Euphoriina) with a key to the known larvae and a review of the larval biology. *Annals of the Entomological Society of America*, 93(4): 795-801.
- MORÓN, M.Á. & ARAGÓN, A. 2003. Importancia ecológica de las especies americanas de Coleoptera Scarabaeoidea. *Dugesiana*, 10(1): 13-29.
- NICHOLS, E.; LARSEN, T.; SPECTOR, S.; DAVIS, A.L.; ESCOBAR, F.; FAVILA, M. & VULINEC, K. 2007. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: a quantitative literature review and meta-analysis. *Biology Conservation*, 137: 1-19.
- OCAMPO, F.C. 2008. Inventario y conservación de los escarabajos (Scarabaeoidea) de las zonas áridas del sur de América del Sur. *Cuadernos de Biodiversidad*, 26: 13-20.
- OTAVO, S.E.; PARRADO-ROSSELLI, A. & NORIEGA, J.A. 2013. Superfamilia Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) como elemento bioindicador de perturbación antropogénica en un parque nacional amazónico. *Revista de Biología Tropical* [online], 61(2): 735-752.
- PARDO-LOCARNO, L.C. 2002. Aspectos sistemáticos y bioecológicos del complejo chisa (Coleoptera: Melolonthidae) de Caldon, Cauca, Colombia. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas. Universidad del Valle, Cali, p. 139.
- PARDO-LOCARNO, L.C. 2009. Macroinvertebrados edafícolas en agroecosistemas del municipio de El Cerrito (Valle), con énfasis en la comunidad de escarabajos Melolonthidae (Coleoptera: Scarabaeoidea). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Universidad del Valle. 195 p.
- PARDO-LOCARNO, L.C. 2013. Escarabajos (Coleoptera: Melolonthidae) del plan aluvial del río Cauca, Colombia I. Ensamblaje, fichas bioecológicas, extinciones locales y clave para adultos. *Dugesiana*, 20(1): 1-15.

- PARDO-LOCARNO, L.C.; MONTOYA, J. & SCHOONHOVEN, A. 2003. Abundancia de chisas rizófagas (Coleoptera: Melolonthidae) en agroecosistemas de Caldono y Buenos Aires, Cauca, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 29(2): 177-184.
- PARDO-LOCARNO, L.C.; MONTOYA, J.; BELOTTI, A. & SCHOONHOVEN, A. 2005. Structure and composition of the white grub complex in agroecological systems of Northern Cauca, Colombia. *Florida Entomologist*, 88(4): 355-42.
- PARDO-LOCARNO, L.C.; RAMÍREZ-PAVA, B.; VILLOTA, H.; VILLANUEVA, O. & BAHAMON, W. 2011. Ensamblaje de escarabajos Melolonthidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados con pasturas en el departamento del Caquetá y su posible relación con la salubridad edáfica. *Acta Agronómica*, 60: 273-284.
- PASHANASI, B. 2001. Estudio cuantitativo de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en la Amazonia Peruana. *Folia Amazónica*, 12(1-2): 75-97.
- REYES-NOVELO, E. & MORÓN, M.Á. 2005. Fauna de Coleoptera Melolonthidae y Passalidae de Tzucacab y Conkal, Yucatán, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s), 21(2): 15-49.
- RUÍZ, D.H. 2007. Comunidades de macroinvertebrados edáficos en diferentes sistemas de uso de la tierra en la parte media de la cuenca del río Otún (Risaralda, Colombia). Tesis. Máster en Zoología y Ecología Animal. Universidad de La Habana, Cuba. 95 p.
- VILLEGAS, N.P.; GAIGL, A. & VALLEJO, L.F. 2008. El complejo chisa (Coleoptera: Melolonthidae) asociado a cebolla y pasto en Risaralda, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 34 (1): 83-89.

## El manejo integrado de chisas, historia y perspectivas en Colombia

Francisco Cristóbal Yepes Rodríguez<sup>1</sup>, James Montoya Lerma<sup>2</sup>, Martha Londoño Zuluaga<sup>3</sup>, Luis Carlos Pardo-Locarno<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Docente Universidad Nacional sede Medellín,

<sup>2</sup>Docente Universidad del Valle, james.montoya@correounivalle.edu.co

<sup>3</sup>Pensionado Corpoica, Medellín

<sup>4</sup>Docente Programa de Agronomía, Unipacifico, lcpardo@unipacifico.edu.co

Las chisas (llamadas también, cuzos, gusanos blancos, morrongos y mojojey), son las larvas de los denominados escarabajos fitófagos (también conocidos regionalmente como cucarrones del suelo, marceños, abrileros y cuaresmeros) (Coleoptera: Melolonthidae). Resalta en ellos el hábito de consumir raíces u otras estructuras subterráneas de las plantas cultivadas, aunque se conocen los ataques de los adultos que consumen follaje de plantaciones comerciales, lo cual causa deterioro del cultivo y pérdidas comerciales (varios casos en floricultura y fruticultura). El problema se ha extendido e intensificado durante las últimas décadas hasta convertirse en prioridad fitosanitaria en todos los pisos térmicos del país (Urabá casi a nivel del mar hasta el altiplano cundi-boyacense). Múltiples vacíos científicos han conspirado para convertir su manejo en un paraíso de los insecticidas; cuando existe una alternativa: el manejo integrado de plagas; el cual inicia con un adecuado diagnóstico y es seguido de una integración de métodos, tales como microbiológicos, mecánicos, culturales, físicos e incluso el uso de plaguicidas orgánicos de síntesis, usado este de manera racional y muy puntual, de tal manera que se respete el componente biodiverso del agroecosistema y se pondere el control natural que siempre existe en estos medios. A esto se le llama manejo integrado de plagas (MIP). Como el problema lo sufren los empresarios agrícolas, deben integrarse las comunidades campesinas a la aplicación del MIP, mediante la realización de campañas veredales contra el crecimiento poblacional de las chisas.

En el desarrollo del manejo integrado de chisas han jugado papel importante en Colombia los siguientes métodos de control: 1. Control microbiológico: Representado por hongos entomopatógenos (*Metarhizium*, *Beauveria*), las Bacterias (*Bacillus thuringiensis*-Bt, *B. popilliae*) y nemátodos entomopatógenos-nem (*Steinernema* y *Heterorhabditis*); 2. Control cultural: Se lleva a cabo mediante la realización de actividades agronómicas a tiempo: Preparación del suelo, aporques, desyerbas, riego, nutrición balanceada, variación de fechas de siembra y/o trasplante, policultivos; 3. Control etológico y mecánico: Programación de trampas de luz y el uso de feromonas sexuales; 4. Control físico: Exposición al sol de la población rizófaga, mediante el laboreo del suelo y/o aplicación de vapor caliente a los suelos infestados de los invernaderos; 5. Control legal: Establecimiento de fechas de siembra en las veredas o regiones con los mayores antecedentes de pérdidas, causadas por las chisas; 6. Control químico: Solamente se recomendaría cuando se trate de poblaciones de escarabajos fitófagos que sean de difícil captura por medio de las trampas de luz negra-azul; Campañas veredales: Han dado muy buenos resultados en el oriente antioqueño y tienen los siguientes componentes: Activa participación de la administración municipal (Secretaría de agricultura y/o UMATA); Maestros de escuelas veredales; Estudiantes de las escuelas veredales; Padres de familia capacitados sobre el manejo de las chisas y con disposición de trabajar en unión con los otros actores ya mencionados. Se concluye sobre la necesidad de investigar y construir programas de manejo integrado de chisas, enfocados a sostenibilidad y, fundamentados en un avanzado conocimiento biológico y ecológico de la plaga, para minimizar los costos ambientales y de salud humana en el manejo de esta problemática.

## **Bibliografía**

Kogan, M. 1983. Evaluación de daños causados por insectos a cultivos de campo: aplicaciones en manejo integrado de plagas. En Yuca: control integrado de plagas. Reyes, JA. (Ed.). PNUD y CIAT. Pp 45-66.

Londoño, M. 1999. El complejo chisa en Colombia y perspectivas para su manejo. En: XXVI Congreso Sociedad Colombiana de Entomología-SOCOLEN. Memorias. Santafe de Bogotá. Colombia. Pp 197-207.

Pardo-Locarno, L.C., Montoya-Lerma, J. & Schoonhoven, A. 2003a. Comparación de la abundancia de chisas rizófagas (Coleoptera: Melolonthidae) en agroecosistemas de Caldono, Cauca, Colombia. en: Estudios sobre coleópteros del suelo en América. Aragón, G. A.; M. A. Morón y A. Marín J. (Eds.) 2003. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Pp. 65-77.

Pardo-Locarno, L.C., Montoya-Lerma, J. & Schoonhoven, A. 2003b. Abundancia de chisas rizófagas (Coleoptera: Melolonthidae) en agroecosistemas de Caldono y Buenos Aires, Cauca, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 29 (2): 177-184.

Pardo Locarno, L. C., J. Montoya, A. Schoonhoven, & A. C. Belloti. 2005. Structure and composition of the white grub complex (Coleoptera: Melolonthidae) in agroecological systems of Northern Cauca, Colombia. *Florida Entomologist*. 88(4): 355-363